

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Institut dopravy**

**Návrh úprav křižovatky Rudná - 17. listopadu  
v Ostravě - Porubě**

**Proposal of Modifications of Intersection  
Rudná - 17. listopadu in Ostrava - Poruba**

**Student: Martin Rosa**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

**Ostrava 2009**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Návrh úprav křižovatky Rudná – 17. listopadu v Ostravě-Porubě

*Proposal of Modifications of Intersection Rudná – 17. listopadu in Ostrava-Poruba*

**Student:** Martin Rosa  
**Studijní obor:** 2301R002 Dopravní technika  
**Pracoviště:** Institut dopravy - 342

### Zásady pro zpracování:

1. Úvod.
2. Popis a charakteristiky dané křižovatky.
3. Analýza dopravní nehodovosti a chování účastníků silničního provozu.
4. Návrh úprav vedoucích ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu.
5. Zhodnocení návrhů z hlediska bezpečnostního a ekonomického.
6. Závěr.

**Pokyny pro zpracování:**

**Rozsah práce:** min. 30 stran textu mimo přílohy + výkresová dokumentace

**Cíl práce:** Cílem práce je, po provedení základních dopravních průzkumů, návrh na úpravu organizace a řízení dopravy na křižovatce Rudná – 17. listopadu v Ostravě-Porubě z hlediska zvýšení bezpečnosti a zlepšení plynulosti provozu (stavební úpravy, přestavba na okružní nebo světelně řízenou křižovatku v návaznosti na blízkou křižovatku 17. listopadu – Vřesinská). Práce bude obsahovat potřebné kapacitní výpočty a výkresovou dokumentaci.

**Seznam doporučené literatury:**

KŘIVDA, V. Základy organizace a řízení silniční dopravy. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1253-3

FOLPRECHT, J.; KŘIVDA, V. *Organizace a řízení dopravy I.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

TECHNICKÉ PODMÍNKY TP 135. *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích.* Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy České republiky, 2005

<b>Vedoucí bakalářské práce:</b>	Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce:</b>	24. září 2008
<b>Datum odevzdání:</b>	22. května 2009
<b>Akademický rok:</b>	2008/2009



  
.....  
**doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.**  
ředitel ID

  
.....  
**prof. Ing. Radim Farana, CSc.**  
děkan FS

V Ostravě dne 24. září 2008

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 21. 5. 2009

.....

Martin Rosa

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2009

.....

Martin Rosa

Adresa trvalého pobytu studenta:

Jičina 77, 741 01 Nový Jičín

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

ROSA, M. Návrh úprav křižovatky Rudná - 17. listopadu v Ostravě - Porubě, Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009, 47s. Bakalářská práce, vedoucí: Křivda, V.

Bakalářská práce se zabývá návrhy vedoucími ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce Rudná - 17. listopadu v Ostravě - Porubě.

V první části je popsána intenzita provozu a nehodovost na křižovatce Rudná - 17. listopadu. V dalších částech je z důvodu zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu navrženo světelné signalizační zařízení a okružní křižovatka. V závěru potom zhodnocení těchto návrhů z hlediska bezpečnostního a ekonomického.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

ROSA, M. Proposal of Modifications of Intersection Rudná - 17. listopadu in Ostrava - Poruba, Ostrava: Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB - Technical University of Ostrava, 2009, 47p. Bachelor Thesis, head: Křivda, V.

The bachelor thesis deals with proposals, which lead to increased traffic safety and fluency at the intersection Rudná - 17. listopadu in Ostrava - Poruba.

The intensity of the traffic and the accident rate at the intersection Rudná - 17. listopadu are described in the first part of the bachelor thesis. To increase safety and fluency of the traffic, the traffic lights and the traffic circle are proposed in the following parts. Finally, there is the evaluation of the concepts from the security and economical point of view.

# Obsah

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>POPIS A CHARAKTERISTIKA KŘÍŽOVATKY .....</b>	<b>3</b>
2.1	DOPRAVNÍ PRŮZKUM KŘÍŽOVATKY RUDNÁ - 17. LISTOPADU .....	3
2.2	PRODLOUŽENÁ RUDNÁ .....	4
2.3	DOPRAVNÍ PRŮZKUM KŘÍŽOVATKY 17. LISTOPADU - VŘESINSKÁ .....	7
<b>3</b>	<b>ANALÝZA DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI A CHOVÁNÍ ÚČASTNÍKŮ SILNIČNÍHO PROVOZU NA KŘÍŽOVATCE RUDNÁ - 17. LISTOPADU.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>NÁVRH ÚPRAV VEDOUCÍCH KE ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI A PLYNULOSTI PROVOZU.....</b>	<b>10</b>
4.1	NÁVRH SVĚTELNÉHO SIGNALIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ .....	10
4.1.1	<i>Návrh světelného signalizačního zařízení bez ohledu na směr Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná.....</i>	<i>12</i>
4.1.2	<i>Návrh světelného signalizačního zařízení s ohledem na všechny směry .....</i>	<i>20</i>
4.2	NÁVRH OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY .....	26
4.2.1	<i>Návrh okružní křižovatky s ohledem na všechny směry.....</i>	<i>27</i>
4.2.2	<i>Návrh okružní křižovatky bez ohledu na směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná.....</i>	<i>35</i>
<b>5</b>	<b>ZHODNOCENÍ NÁVRHU Z HLEDISKA BEZPEČNOSTNÍHO A EKONOMICKÉHO .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

## PŘÍLOHY

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
EPFL	Exile Polytechniques Péderale de Lausanne (metoda pro výpočet kapacity okružní křižovatky)
Kč	Korun českých
MHD	městská hromadná doprava
MÚK	mimoúrovňová křižovatka
SSZ	světelné signalizační zařízení
TP	technické podmínky
VSS	Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute (metoda pro výpočet kapacity okružní křižovatky)
$\text{j.v} \cdot \text{h}^{-1}$	jednotková vozidla za hodinu
např.	například
obr.	obrázek
příp.	případně
tab.	tabulka
tj.	to je
tzn.	to znamená



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

$\Sigma M$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	součet výpočtových fiktivních zatížení
$A, B$	$[1]$	označení směru; koeficienty stanovené regresní analýzou z měřených dat
$ALG_e$	$[\%]$	stupeň vytížení
$C$	$[j.v \cdot h^{-1}]$ , $[1]$	kapacita vjezdu; kolizní bod odbočný při výjezdu u okružní křižovatky; označení směru
$C'$	$[1]$	kolizní bod přípojný na vjezdu z okružní křižovatky
$C_v$	$[s]$	výpočtová délka cyklu
$D$	$[m]$	vnější průměr okružní křižovatky
$I$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	intenzita určitého dopravního směru
$K$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	kapacita vjezdu
$L$	$[m]$	délka čekací fronty
$L_e$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	kapacita vjezdu
$L_n$	$[m]$	najížděcí dráha
$L_v$	$[m]$	vyklizovací dráha
$M$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	fiktivní zatížení; intenzita dopravního proudu na okružním páse těsně před vjezdem
$Q_a$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	intenzita dopravního proudu na výjezdu
$Q_e$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	intenzita vozidel
$Q_k$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem
$R$	$[j.v \cdot h^{-1}]$ , $[\%]$	rezerva
$S$	$[j.v \cdot h^{-1}]$	Saturovaný tok
$b$	$[m]$	vzdálenost mezi dvěma kolizními body
$d$	$[m]$	vnitřní průměr okružní křižovatky
$e$	$[1]$	Eulerovo číslo (základ přirozených logaritmů)

$k$	[1]	výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný dopravní směr
$k_{ch}$	[1]	koeficient vozidel odbočujících současně s přecházejícími chodci
$k_n$	[1]	koeficient počtu řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu
$k_{odb}$	[1]	koeficient odbočujících a přímo jedoucích vozidel v jednom řadícím pruhu
$k_{skl}$	[1]	koeficient sklonového poměru
$k_{\delta}$	[1]	koeficient šířky řadícího pruhu
$k_R$	[1]	koeficient poloměru odbočení
$l$	[m]	délka řadícího pruhu
$l_{voz}$	[m]	délka vyklizovacího vozidla
$n$	[1]	počet řadících pruhů daného směru
$t_b$	[s]	bezpečnostní doba
$t_m$	[s]	mezičas
$t_n$	[s]	najížděcí doba
$t_v$	[s]	vyklizovací doba
$t_w$	[s]	čekací doba
$v_n$	[m · s <sup>-1</sup> ]	najížděcí rychlost
$v_v$	[m · s <sup>-1</sup> ]	vyklizovací rychlost
$z_v$	[s]	délka zelené fáze
$\alpha$	[1]	faktor, zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky

## 1 Úvod

Doprava je jednou z nejstarších činností člověka, která výrazně přispěla k rozvoji společnosti, osídlení státu, národního hospodářství, kultury, osobnostní a vnitřní politiky. Neoddiskutovatelná je potřeba přemístění ve všech fázích vývoje lidské společnosti. Rozvoj dopravy se odvíjel od úrovně společenských potřeb.

Když v roce 1908 vznikla první výrobní linka na sériovou výrobu osobních automobilů v Detroitu, nastávaly problémy vyvolané automobilovou dopravou v hustých městských uličních sítích. Vyvolávaly potřebu vzniku odborné disciplíny, která by pomohla na základě ucelené teorie zmíněné problémy řešit. Tato odborná disciplína se nazývá „dopravní inženýrství“. Dopravní inženýrství vzniklo ve Spojených státech amerických v třicátých letech dvacátého století. S tímto oborem bezprostředně souvisí organizace a řízení dopravy. Organizace a řízení dopravy se zabývá organizací a řízením provozu a to silničních a městských komunikací.

Rozmach automobilizmu, související s poválečnou hospodářskou obnovou Evropy, vyvolal potřebu rozvíjet teoretické základy proudění vozidel po silničních komunikacích. Nejsnadnějším řešením by byla výstavba stále nových komunikací s větší kapacitou včetně mimoúrovňových křížení. To bylo však v historických centrech měst v podstatě nemožné a dosavadní příklady ukázaly, že jakoukoliv novou komunikaci dokážou automobily ve velmi krátké době opět zcela zaplnit a navíc stavební investice jsou těmi nejnákladnějšími. Protože kritickými místy v komunikačních sítích jsou uzly, ve kterých se jednotlivé dopravní proudy protínají, bylo nutno především přikročit k řízení těchto proudů a to pomocí světelné signalizace. Kapacita neřízených křižovatek totiž při enormní dopravní zátěži prudce klesá až do stavu kongesce. Vhodným řešením je tedy řízení dopravy světelným signalizačním zařízením. Jeho smyslem je poskytování střídavě postupného volna všem dopravním proudům pro průjezd křižovatkou a to pokud možno tak, aby poptávka po průjezdu byla uspokojena optimálně vůči všem účastníkům provozu.

V Anglii, tam kde to prostorové poměry dovozovaly, se začaly na méně zatížených křižovatkách již před 2. světovou válkou zavádět tzv. malé okružní křižovatky. Nebyla však stanovená žádná pravidla o přednosti v jízdě. Protože docházelo k častým dopravním kongescím na okružních křižovatkách, některé úřady instalovaly na vjezdy do okružních křižovatek značky, které nařizovaly řidičům, aby dali přednost vozidlům v okružní křižovatce.

Zkouškami a výzkumy bylo zjištěno, že zavedením tohoto pravidla se zvýšila kapacita o 10% a zdržení vozidel se snížilo o 40% ve srovnání s jiným způsobem řízení např. pomocí světelné signalizace. Nehody se zraněním se snížily o 40%. U nás zůstalo toto stavební uspořádání dlouho nepoužívané a teprve koncem devadesátých let dvacátého století se náhle hromadně rozšířilo.

V této práci jsem se zabýval návrhy úprav, které povedou ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce Rudná - 17. listopadu v Ostravě - Porubě. Tyto úpravy jsou zaměřeny zejména na návrh světelného signalizačního zařízení a okružní křižovatky. Při měření intenzit a zkoumání konfliktních situací byla použita videoaparatura. Přínos videoaparatury spočívá v možnosti přenesení reálné dopravní situace z ruchu ulice do klidu domácího prostředí. Výhodou je, že videozáznam lze zpomalit, zastavit i vrátit. Z videozáznamu lze odečítat také veškerá dopravní data, která jsou potřebná pro vyjádření relativní četnosti konfliktních situací tj. zejména intenzitu a složení dopravních proudů. Videoaparatura má samozřejmě širší uplatnění, neboť může sloužit pro zjišťování skutečných časových ztrát nebo např. pro zjišťování rychlosti vozidel v dopravním proudu. Podstatným významem je také fakt, že veškerá zjištěná data jsou doložitelná.

## 2 Popis a charakteristika křižovatky

### 2.1 Dopravní průzkum křižovatky Rudná - 17. listopadu

Křižovatka Rudná - 17. listopadu (viz obr. č. 2.1) se nachází na okraji města Ostravy v části Poruba. Jedná se o neřízenou křižovatku, která se skládá ze tří ramen:

*Ulice Rudná* je silnicí 1. třídy s označením *I/11*.

*Ulice 17. listopadu* je silnice 2. třídy s označením *II/469*. Tato ulice je velice frekventovaná, protože na její trase se nachází např. VŠB - TU Ostrava, Fakultní nemocnice Ostrava. Je využívána MHD Ostrava a dalšími společnostmi.

Třetí rameno této křižovatky tvoří silnice 1. třídy s označením *I/47*.

V blízkosti křižovatky Rudná - 17. listopadu bude vybudována mimoúrovňová křižovatka (MÚK) v rámci budování prodloužené Rudné. Popis stavby je uveden v bodě 2. 2. V blízkosti křižovatky Rudná - 17. listopadu, před vjezdem do Poruby, se nachází křižovatka 17. listopadu - Vřesinská. Popis křižovatka je uveden v bodě 2. 3.

Hlavní pozemní komunikace křižovatky Rudná - 17. listopadu vede z ulice 17. listopadu na Rudnou. Podle naměřených intenzit provozu (viz příloha č. 3 - 8), je tento směr, spolu se směrem Rudná - Poruba nejvíce frekventován. Vozidla jedoucí po *I/47* (od Klimkovic) musí dát v rámci této křižovatky přednost všem vozidlům. Dále mají vozidla jedoucí ve směru Klimkovice - Poruba povinnost dát přednost v jízdě vozidlům jedoucím ve směru Rudná - Poruba, před nájezdem do křižovatky 17. listopadu - Vřesinská. Tato skutečnost má za následek tvoření dopravních kongescí pro směr Klimkovice - Poruba.



Obr. č. 2.1: Křižovatka Rudná - 17. listopadu [5]

## 2.2 Prodloužená Rudná

### Dopravní význam stavby

Stavba „Silnice I/11 Ostrava, prodloužená Rudná - hranice okresu Opava“ (viz příloha č. 10 a 11) propojí v době její realizace stávající čtyřpruhové úseky silnice I/11 a tím bude dokončen souvislý tah čtyřpruhové směrově rozdělené silnice z Ostravy do prostoru mezi Mokřými Lazci a Novými Sedlicemi. Stavba je zařazena do souboru staveb s vazbou na D47 Lipník nad Bečvou – Ostrava s předpokládaným termínem dokončení v roce 2009. Silnice I/11 tvoří významnou součást systému dálkových silnic směru západ - východ, kdy je prakticky jedinou spojnici severních částí Moravy a Slezska s Čechami. Tento tah tvoří teoreticky nejkratší spojnici Prahy a Ostravy. Její situování do polohy na spojnici Ostravy, Opavy, Šumperka, Hradce Králové a Prahy je dáno historickým vývojem, jemuž odpovídají i návrhové parametry trasy a v neposlední řadě i stavební stav silnice. Nejbližší srovnatelnou alternativou této spojnice v daném směru je silnice R35, případně až dálnice D1, které jsou přibližně 40, respektive 110 km jižně. Pozitivní dopady trasy vedené po nové silnici I/11 lze spatřovat především ve zvýšení bezpečnosti silniční dopravy, zlepšení dopravní obslužnosti a podpory rozvojových aktivit v dotčeném prostoru. Specifický pozitivní přínos uvažované dopravní stavby je dán její lokalizací ve směru na Opavu, tedy dalšímu hustěji obydlenému území, kde je třeba očekávat významné rozvojové impulsy vyplývající z uvedení do provozu komplexu silniční sítě související a navazující na budovanou dálnici D47. Realizace silnice I/11 je vyvolána zcela nevyhovující situací průjezdu tranzitní a lokální dopravy západní částí města Ostravy, ulic 17. listopadu a Opavskou ulicí. Zde je stávající dopravní infrastruktura zbytečně kapacitně vyčerpávána, přičemž k odvedení dopravy z města je nutno vybudovat relativně krátký úsek komunikace. Dále je zcela nevyhovující zatížení obyvatel a přilehlého vybavení (nemocnice) podél průtahu silnice I/11 nadměrným hlukem a exhalacemi [6].

### Umístění a popis stavby

Předmětem stavby je pokračování silnice I/11 severozápadně od města Ostravy směrem na Opavu. Počátek stavby je téměř na stávající dvoupruhové silnici I/11 v blízkosti obce Plesná a Krásné Pole a navazuje na následující stavbu (I/11 Mokré Lazce - hranice okresů Opava/Ostrava) a to přibližně v prostoru křižovatky stávající I/11 se silnicí III/46615.

V rámci návrhu projektové dokumentace pro stavební povolení se počítá s výstavbou čtyřpruhové směrově rozdělené komunikace kategorie S22,5/100 a kategorie S24,5/100. Při současných a výhledových intenzitách dopravy tato komunikace v této kategorii vyhoví minimálně na období nejbližších dvaceti let. Navržená trasa v zájmovém území od km 11,200 do km 14,000 navrženého obchvatu prochází členitým okrajovým územím města Ostravy. Území výstavby je v současné době využíváno především k zemědělské činnosti. Úsek trasy, začátek území až po km 10,800, je veden po zemědělských pozemcích podél stávající silnice I/11. V km 10,800 kříží komunikace tuto původní silnici I/11, se kterou je propojena MÚK Krásné Pole. Následně v km 11,600 a 12,500 překračuje trasa bezejmenné vodoteče a ve velmi krátkých úsecích prochází lesem. V km 13,500 začíná údolí říčky Porubky, které je částečně zalesněno. Údolí je překonáno estakádou délky asi 500 metrů. Mezi výše uvedenými mosty je trasa vedena téměř výhradně v zářezu a po zemědělských pozemcích. Za estakádou trasa prochází v krátkém úseku starým sesuvem a následně přechází do zářezu, kde kříží ulici Krásnopolskou, která je převedena přes trasu nadjezdem. Území, kde dále trasa prochází, je opět tvořeno zemědělskými pozemky a přibližuje se zástavbě po levé straně v km 14,900. Po přechodu zalesněného údolí říčky Březinky prochází stavba malou zahrádkářskou kolonií a nevyužívaným objektem pro zemědělskou výrobu, který je nutno odstranit. Následně je po pravé straně areál ZOD Poruba a další zemědělské pozemky. V konci navržené trasy v místě budoucí MÚK Rudná trasa kříží silnici I/47 a navazuje na stávající čtyřpruhovou silnici I/11 [6].

### **Stav přípravy**

Na předmětnou stavbu již bylo vydáno stavební povolení. Zahájení stavby bylo počítáno na únor tohoto roku (2009). Předpokládané uvedení stavby do provozu je ve třetím měsíci roku 2012.

Vydání stavebního povolení	05/2008
Vyhlášení výběrového řízení	09/2008
Zahájení stavby	02/2009
Uvedení do provozu	03/2012

Data o výstavbě jsou získaná z [6]

**• Hlavní trasa**

- délka: 6657 m
- kategorie: S 22,5/100 a S 24,5/100
- plocha vozovek: 198 276 m<sup>2</sup>
- počet stavebních objektů: 123

**• Mimoúrovňové křižovatky**

- počet objektů: 2
- délka větví: 2975 m

**• Mostní objekty**

- počet celkem: 15
- z toho v trase I/11: 6
- nadjezdy a lávky nad I/11: 8
- mosty mimo I/11: 1
- plocha mostů: 29 297 m<sup>2</sup>

**• Protihlukové stěny**

- počet objektů: 1
- délka stěn: 1933 m

**• Přeložky ostatních komunikací**

- počet objektů: 10
- délka: 2358 m

**• Přeložky inženýrských sítí**

- vodohospodářské objekty: 9
- objekty elektro, sdělovací kabely: 9
- přeložky plynovodu: 4

**• Celkový objem zemních prací**

- výkopy: 797 879 m<sup>3</sup>
- násypy: 713 299 m<sup>3</sup>

**• Název stavby**

- Silnice I/11 Ostrava, prodloužená Rudná - hranice okresu Opava

**• Místo stavby**

- Moravskoslezský kraj

**• Katastrální území**

- Krásné Pole, Stará Plesná, Pustkovec, Vřesina u Bílovce, Poruba



- **Objednatel**

- Ředitelství silnic a dálnic ČR, správa Ostrava, Mojmírovců 5, 709 81 Ostrava

- **Projektant**

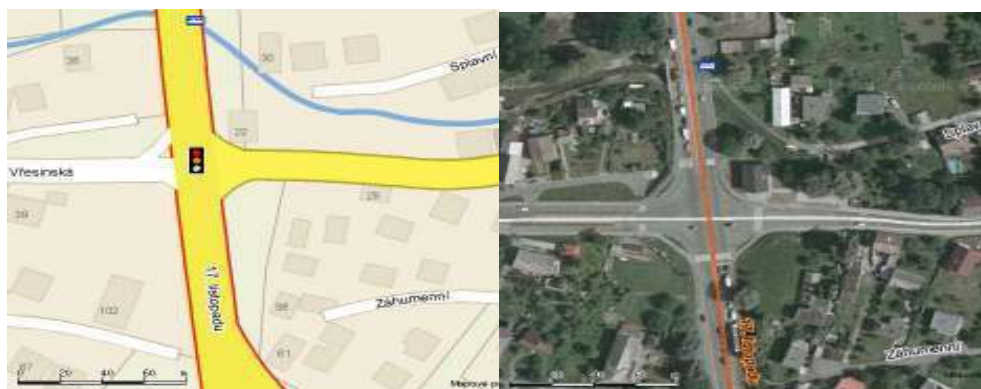
- Mott MacDonald Praha s.r.o., Národní 15, 110 00 Praha 1

- **Předpokládaná cena stavby bez daně**

- 2 630 431 000 Kč

### 2.3 Dopravní průzkum křižovatky 17. listopadu - Vřesinská

Křižovatka 17. listopadu - Vřesinská (viz obr. č. 2.2) se nachází rovněž na okraji města Ostravy v části Poruba. Jedná se o dynamicky řízenou křižovatku s návazností na křižovatku 17. listopadu - nábreží Svazu protifašistických bojovníků (viz obr. č. 2.3, příloha č. 12 - 14). Je o ní pojednáváno, protože v další části práce bude navrženo světelné signalizační zařízení křižovatky Rudná - 17. listopadu s ohledem na tuto křižovatku. Křižovatkou prochází tramvajový pás. Obě ulice (17. listopadu i Vřesinská) jsou využívány MHD Ostrava, tramvajové linky č. 7, 8, 9, 17, autobusová linka č. 58 [7]. Intenzita provozu a statistika nehodovosti je uvedena v příloze č. 15 a 16.



Obr. č. 2.2: Křižovatka 17. listopadu - Vřesinská [5]



Obr. č. 2.3: Křižovatka 17. listopadu - nábreží Svazu protifašistických bojovníků [5]

### 3 Analýza dopravní nehodovosti a chování účastníků silničního provozu na křižovatce Rudná - 17. listopadu

Křižovatka Rudná - 17. listopadu je podle statistik z roku 2007 v pořadí jako šestá křižovatka s největším počtem dopravních nehod z 223 sledovaných křižovatek v Ostravě. Statistiky nehodovosti této křižovatky od roku 2000 jsou uvedeny v příloze č. 9.

*Tab. 3.1: Přehled dopravních nehod na sledovaných křižovatkách v Ostravě, kde byla za leden - prosinec 2007 evidována alespoň jedna nehoda. Seřazení podle počtu nehod (uvedeno pouze prvních 10 křižovatek) [2]*

Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Následek nehody, zranění				Hlavní příčina nehody					
				Smrtelné poranění	Těžké poranění	Lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.	Jiná příčina
1	102	PLZEŇSKÁ-28.ŘÍJNA	32		1	11	3382	11	1	4		11	5
2	413	RUDNÁ-BÍLOVECKÁ-RAMPY	29				750	1		2		9	17
3	224	RUDNÁ-VRATIMOVSKÁ	26		1	3	1847	9	2	2		10	3
4	331	VÝŠKOVICKÁ-ČUJKOVOVA	22			8	1400	16		1		3	2
5	305	RUDNÁ-ZÁVODNÍ	20			2	656	3				8	9
6	410	<b>RUDNÁ-17. LISTOPADU</b>	16			1	1398	9				5	2
7	406	OPAVSKÁ-17. LISTOPADU	14			2	816	3	2			5	4
8	115	28. ŘÍJNA-NOVINÁŘSKÁ	14			12	1766	8			1	2	3
9	270	BOHUMÍNSKÁ-TĚŠÍNSKÁ	14				528	2	1			9	2
10	329	VÝŠKOVICKÁ-JV RAM. RUDNÉ	13			1	628	11				2	



Obr. č. 3.1: Pohled na křižovatku Rudná - 17. listopadu

Návrh úprav křižovatky Rudná - 17. listopadu vede ke zvýšení plynulosti a především bezpečnosti provozu. Na této křižovatce jsou nejčastější dopravní nehody zapříčiněny nedáním přednosti v jízdě. Jak bylo zmíněno v bodu 2.1, je ve směrech z hlavní pozemní komunikací velká intenzita provozu. To má za následek vznik dlouhých čekacích dob pro vozidla najíždějící z vedlejší pozemní komunikace. Proto řidiči vozidel přijíždějící z vedlejší pozemní komunikace nevyčkají, neodhadnou vzdálenost a rychlost vozidla jedoucího po hlavní pozemní komunikaci, vjedou do křižovatky a tím vznikají kolizní situace, které mohou mít tragické následky. Při měření intenzity bylo pár takových situací zaznamenáno.

Nákladní vozidlo značky TATRA jedoucí ve směru Rudná - Klimkovice (obr. č. 3.2) nestihne projet křižovatkou tak, aniž by neomezilo v jízdě osobní vozidlo ŠKODA Octavia jedoucí ve směru Poruba - Klimkovice. Osobní vozidlo má v rámci této křižovatky přednost.

Druhá kolizní situace nastává při odbočování nákladního vozidla TATRA z ulice Rudné směrem na Klimkovice (obr. č. 3.3). Opět dochází k omezení v jízdě, nyní osobního vozidla ŠKODA Felicia jedoucího z Poruby směrem na Rudnou a majícího přednost v jízdě na této křižovatce.



*Obr. č. 3.2: Kolizní situace vznikající při měření intenzit na křižovatce Rudná - 17. listopadu*



*Obr. č. 3.3: Kolizní situace vznikající při měření intenzit na křižovatce Rudná - 17. listopadu*

Křižovatka se nachází již na výjezdu z obce tedy i rychlost vozidel tomu odpovídá. Řidiči nedodržují bezpečnou vzdálenost, což je druhá nejčastější příčina dopravních nehod. Jedou - li vozidla vyšší rychlostí než je povolená, nestačí na bezpečné vzdálenosti zabrzdit. Proto v další části této práce bude ke zlepšení těchto hledisek navrženo:

- Světelné signalizační zařízení
- Okružní křižovatka

## 4 Návrh úprav vedoucích ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu

### 4.1 Návrh světelného signalizačního zařízení

Jak je zmíněno v předchozím bodě, bude v následující části z důvodu snížení nehodovosti na křižovatce Rudná - 17. listopadu navrženo světelné signalizační zařízení (SSZ). Budou navrženy dvě varianty. V první nebude zahrnuto SSZ pro směr z Rudné do Poruby a provoz tímto směrem bude řízen dopravním značením. Ve druhé variantě tento směr již zohledněn bude.

Na křižovatce Rudná - 17. listopadu bude navrženo SSZ s pevným řízením s ohledem na křižovatku 17. listopadu - Vřesinská.

Řízení provozu na křižovatce pomocí světelného signalizačního zařízení lze rozdělit:

- *pevné (statické) řízení* - neměnná délka cyklu, pevná délka zelených signálů, pevný sled fází.
- *dynamické řízení* - proměnná délka zelených signálů, cyklu nebo i sledu fází [12].

**Koordinace** - je docílena sladěním signálních programů sousedících křižovatek s cílem, aby vozidla při dodržování určité rychlosti mohla projet několika křižovatkami bez zastavení [9].

**Křižovatka** - místo, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protínají nebo stýkají a alespoň dvě z nich jsou vzájemně propojeny.

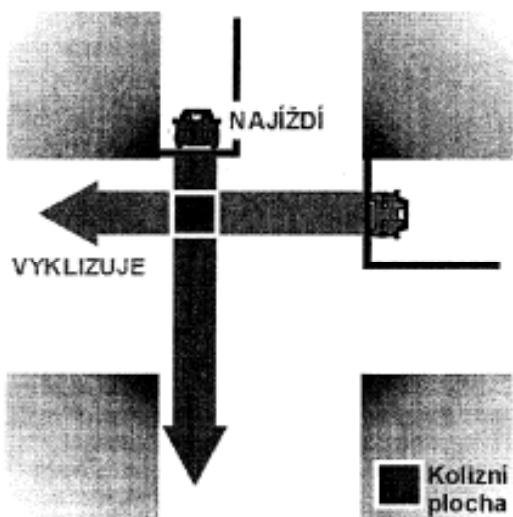
**Signální program** - program řízení světelného signalizačního zařízení, který určuje pořadí a délku signálních dob jednotlivých světelných signálů.

**Fáze** - časový interval, ve kterém mají současně volno určité, zpravidla nekolizní dopravní pohyby na křižovatce.

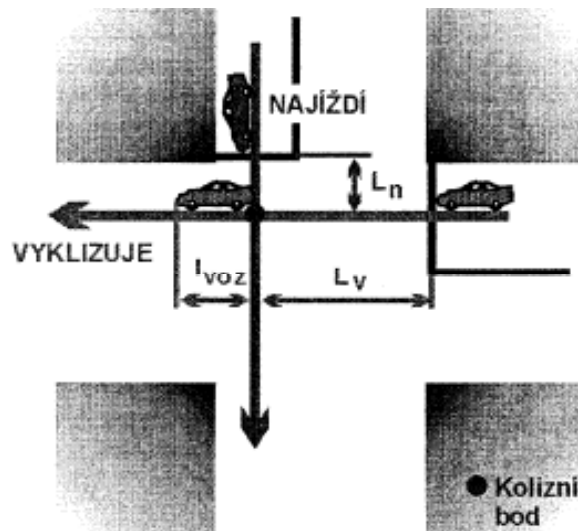
**Fázové schéma** - je přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvhodnější pořadí fází.

**Kolizní dopravní pohyby** - vzájemné pohyby vozidel, které se kříží nebo připojují. Místům, kde se tak děje říkáme kolizní plochy (obr. 4.1).

**Kolizní body** - průsečíky trajektorií možných vozidlových proudů (obr. 4.2).



Obr. č. 4.1: Znázornění kolizní plochy [12]



Obr. č. 4.2: Znázornění kolizního bodu [12]

**Mezičas** - časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr [12].

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad [s] \quad (4.1)$$

$t_v$ ... vyklizovací doba. Doba, kterou potřebuje vozidlo na projetí od stopčáry ke konci kolizní plochy (bodu).

$t_n$ ... najížděcí doba. Doba, kterou potřebuje první vozidlo následující fáze zelené k projetí vzdálenosti od stopčáry ke konci koliznímu bodu.

$t_b$ ... bezpečnostní doba. Doba, v průběhu které mohou vjet do křižovatky vozidla, která nemohou již bezpečně zastavit v době žluté před křižovatkou. Ve výpočtech je používáno  $t_b = 2s$ .

$L_v$ ... vyklizovací dráha. Vzdálenost od stopčáry vyklizovacího směru po kolizní bod.

$L_n$ ... najížděcí dráha. Vzdálenost od stopčáry najížděcího směru po kolizní bod (obr. 4.2).

$l_{voz}$ ... délka vyklizovacího vozidla, je předpokládáno  $l_{voz} = 5m$  (obr. 4.2).

$v_v$ ... vyklizovací rychlost. Rychlost vyklizovacího vozidla.

$v_n$ ... najížděcí rychlost. Rychlost najížděcího vozidla.

Vyklizovací a najížděcí rychlosti jsou standardizovány podle [9] a jejich hodnoty jsou uvedeny v příloze č. 20.

#### 4.1.1 Návrh světelného signalizačního zařízení bez ohledu na směr Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná

##### Vyklizovací doba

- podle [9]

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} \quad [s] \quad (4.2)$$

##### Najížděcí doba

- podle [9]

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} \quad [s] \quad (4.3)$$

##### Vzorový výpočet vyklizovací doby pro najížděcí směr A2

- vyklizovací dráha  $L_v$  je odměřena ze situačního plánu,  $L_v = 24,9\text{m}$ .

- vyklizovací rychlost podle [9] a pro jízdu do zatáčky je  $v_v \dots 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v}$$

$$t_v = \frac{24,9 + 5}{7,0}$$

$$t_v = 4,3\text{s}$$

##### Vzorový výpočet najížděcí doby pro najížděcí směr A2

- najížděcí dráha  $L_n$  směru C3 je rovněž odměřena ze situačního plánu,  $L_n = 22,0\text{m}$ .

- najíždějící rychlost podle [9] a pro jízdu přímo je  $v_n = 9,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

$$t_n = \frac{L_n}{v_n}$$

$$t_n = \frac{22,0}{9,7}$$

$$t_n = 2,3\text{s}$$

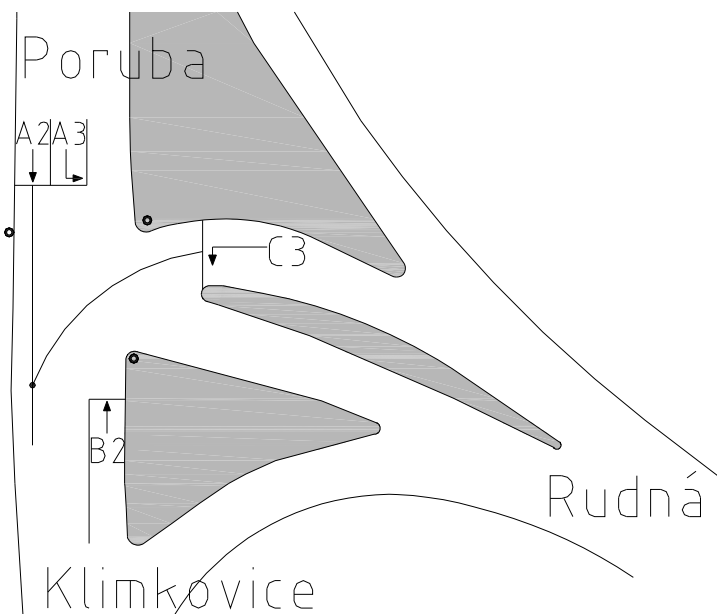
##### Vzorový výpočet mezičasu pro najížděcí směr A2

$$t_m = t_v - t_n + t_b$$

$$t_m = 4,3 - 2,3 + 2$$

$$t_m = 4\text{s}$$

Výsledný mezičas musí být zaokrouhlen na nejbližší vyšší celé číslo. Tabulky výpočtů i pro ostatní směry jsou uvedeny v přílohách 22 - 28.



Obr. č. 4.3: Znárodnění kolizního bodu, najíždějící a vyklizovací dráhy pro najíždějící směr A2

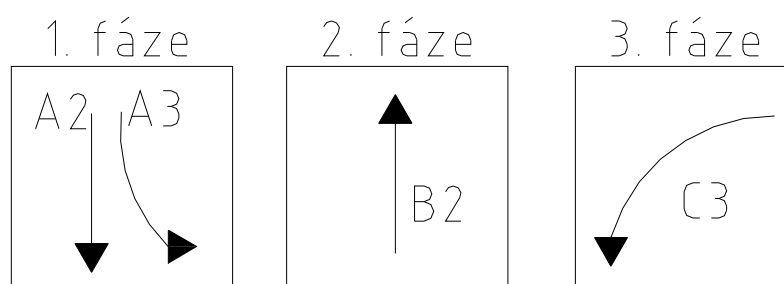
### Určení fází

Bude použito třífázové řízení

Fáze 1 - z Poruby na Rudnou (směr A3) + do Klimkovic (A2)

Fáze 2 - z Klimkovic do Poruby (B2)

Fáze 3 - z Rudné do Klimkovic (C3)



Obr. č. 4.4: Druhy fází

### Vzorové určení mezičasů pro jednotlivé kombinace fází

Např. mezi první a druhou fází. Z první fáze vyklizují směry A2 a A3 a z druhé fáze najíždí směr B2. Mezičas mezi směry B2 a A2 je  $t_m = 0s$ , protože tyto dva směry nejsou kolizní. Mezičas mezi směry B2 a A3 je  $t_m = 4s$ , jak bylo v předchozí části spočítáno. Rozhodující mezičas mezi první a druhou fází je tedy  $t_{m12} = 4s$ , tzn. ten největší. Rozhodující mezičasy pro ostatní kombinace fází jsou uvedeny v přílohách č. 29 - 33.

Tab. 4.1: Mezičas mezi první a druhou fází [s]

vyklizuje z 1. fáze	najíždí z 2. fáze
	<i>B2</i>
<i>A2</i>	0
<i>A3</i>	4
<i>t<sub>m12</sub></i>	4

**Volba optimálního pořadí fází**

Tab. 4.2: Optimální pořadí fází

Číslo kombinace	Pořadí fází	Součtový mezičas
1	1→2→3	$t_{m \min 1} = t_{m12} + t_{m23} + t_{m31} = 4 + 3 + 4 = 11s$
2	1→3→2	$t_{m \min 2} = t_{m13} + t_{m32} + t_{m21} = 3 + 4 + 3 = 10s$

Z vypočtených součtových mezičasů je brán ten nejmenší, tedy  $t_{m \min 2} = 10s$  a pořadí fází 1→3→2.

**Návrh signálního plánu metodou spotřeby času****Výpočtové fiktivní zatížení  $M$** 

- podle [9]

$$M = \frac{I \cdot k}{n} \quad [j \cdot v \cdot h^{-1}] \quad (4.4)$$

$I$ ... intenzita určitého dopravního směru.

$k$ ... výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný dopravní směr.

$n$ ... počet řadících pruhů daného směru.

**Výpočtové fiktivní zatížení první fáze  $M_I$** 

Rozhodující intenzitou této fáze je intenzita ve směru A3, protože jede tímto směrem v této fázi nejvíce vozidel. Podle tab. 4.5 je  $I_I = 772 \text{ } j \cdot v \cdot h^{-1}$ .

Počet řadících pruhů daného směru je v tomto případě  $n_I = 1$ .

Výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný dopravní směr, podle [9]

$$k_1 = k_s \cdot k_{skl} \cdot k_R \cdot k_{odb} \cdot k_{ch} \cdot k_n \quad [1] \quad (4.5)$$

Hodnoty koeficientů jsou určeny podle přílohy č. 21.



$k_s$  ... koeficient šířky řadícího pruhu, v tomto případě  $k_s = 1,0$ .

$k_{skl}$  ... koeficient sklonového poměru,  $k_{skl} = 1,1$ .

$k_R$  ... koeficient poloměru odbočení,  $k_R = 1,1$ .

$k_{odb}$  ... koeficient odbočujících a přímo jedoucích vozidel v jednom řadícím pruhu,  
 $k_{odb} = 1,0$ .

$k_{ch}$  ... koeficient vozidel odbočujících současně s přecházejícími chodci,  $k_{ch} = 1,0$ .

$k_n$  ... koeficient počtu řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu,  $k_n = 1,0$ .

$$k_1 = k_s \cdot k_{skl} \cdot k_R \cdot k_{odb} \cdot k_{ch} \cdot k_n$$

$$k_1 = 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$k_1 = 1,21$$

$$M_1 = \frac{I_1 \cdot k_1}{n_1}$$

$$M_1 = \frac{772 \cdot 1,21}{1}$$

$$M_1 = 934,5 \text{ j.v} \cdot \text{h}^{-1}$$

### **Výpočtové fiktivní zatížení druhé fáze $M_2$**

$$I_2 = 206 \text{ j.v} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$n_2 = 1$$

$$k_2 = k_s \cdot k_{skl} \cdot k_R \cdot k_{odb} \cdot k_{ch} \cdot k_n$$

$$k_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$k_2 = 0,9$$

$$M_2 = \frac{I_2 \cdot k_2}{n_2}$$

$$M_2 = \frac{206 \cdot 0,9}{1}$$

$$M_2 = 185,5 \text{ j.v} \cdot \text{h}^{-1}$$

**Výpočtové fiktivní zatížení třetí fáze  $M_3$** 

$$I_3 = 92 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

$$n_3 = 1$$

$$k_3 = k_s \cdot k_{skl} \cdot k_R \cdot k_{odb} \cdot k_{ch} \cdot k_n$$

$$k_3 = 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$k_3 = 1,21$$

$$M_3 = \frac{I_3 \cdot k_3}{n_3}$$

$$M_3 = \frac{92 \cdot 1,21}{1}$$

$$M_3 = 111,5 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Součet výpočtových fiktivních zatížení  $\Sigma M$** 

$$\text{- podle [9] } \Sigma M = M_1 + M_2 + M_3 \quad [j.v. \cdot h^{-1}] \quad (4.6)$$

$$\Sigma M = M_1 + M_2 + M_3$$

$$\Sigma M = 934,5 + 185,5 + 111,5$$

$$\Sigma M = 1231,5 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Výpočtová délka cyklu  $C_v$** 

$$\text{- podle [9] } C_v = \frac{\sum t_{m \min}}{1 - \frac{\sum M}{S}} \quad [s] \quad (4.7)$$

$S$ ... Saturovaný tok. Podle [9] je voleno  $S = 1600 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$

$$C_v = \frac{t_{m \min 2}}{1 - \frac{\sum M}{S}}$$

$$C_v = \frac{10}{1 - \frac{1231,5}{1600}}$$

$$C_v = 45s$$

**Délka zelené fáze  $z_v$** 

$$\text{- podle [9] } z_v = \frac{C_v}{S} \cdot M \quad [s] \quad (4.8)$$

**Délka zelené první fáze  $z_{v1}$** 

$$z_{v1} = \frac{C_v}{S} \cdot M_1$$

$$z_{v1} = \frac{45}{1600} \cdot 934,5$$

$$z_{v1} = 27s$$

**Délka zelené druhé fáze  $z_{v2}$** 

$$z_{v2} = \frac{C_v}{S} \cdot M_2$$

$$z_{v2} = \frac{45}{1600} \cdot 185,5$$

$$z_{v2} = 6s$$

Podle [9] minimální doporučená délka zelené fáze pro vedlejší směr je 8s. Jelikož ve druhé fázi najíždí směr B2, který je v rámci křižovatky Rudná - 17. listopadu směrem vedlejším, je navýšena délka zelené druhé fáze na  $z_{v2} = 8s$ .

**Délka zelené třetí fáze  $z_{v3}$** 

$$z_{v3} = \frac{C_v}{S} \cdot M_3$$

$$z_{v2} = \frac{45}{1600} \cdot 111,5$$

$$z_{v2} = 4s$$

Totéž platí pro tento směr. Ve třetí fázi najíždí směr C3, který je v rámci křižovatky Rudná - 17. listopadu směrem vedlejším. Je tedy navýšena délka zelené třetí fáze na  $z_{v3} = 8s$ .

Jelikož byly upraveny délky zelených fází vedlejších směrů, musí být vypočítána nová výpočtová délka cyklu  $C_v$ .

**Výpočtová délka cyklu  $C_v$** 

Kontrolní součet, podle [13]  $C_v = \sum t_{m \min} + z_{v1} + z_{v2} + z_{v3} \quad [s] \quad (4.9)$

$$C_v = \sum t_{m \min} + z_{v1} + z_{v2} + z_{v3}$$

$$C_v = 10 + 27 + 8 + 8$$

$$C_v = 53s$$

**Kapacita vjezdu**

- podle [9]  $K = \frac{S}{C_v} \cdot z_v$   $[j \cdot v \cdot h^{-1}]$  (4.10)

**Kapacita vjezdu první fáze  $K_1$** 

$$K_1 = \frac{S}{C_v} \cdot z_{v1}$$

$$K_1 = \frac{1600}{53} \cdot 27$$

$$K_1 = 815 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu druhé fáze  $K_2$** 

$$K_2 = \frac{S}{C_v} \cdot z_{v2}$$

$$K_2 = \frac{1600}{53} \cdot 8$$

$$K_2 = 241,5 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu třetí fáze  $K_3$** 

$$K_3 = \frac{S}{C_v} \cdot z_{v3}$$

$$K_3 = \frac{1600}{53} \cdot 8$$

$$K_3 = 241,5 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

**Rezerva  $R$** 

- podle [13]  $R = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100[\%]$   $[\%]$  (4.11)

**Rezerva první fáze  $R_1$** 

$$R_1 = \left(1 - \frac{I_1}{K_1}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_1 = \left(1 - \frac{772}{815}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_1 = 5,3\%$$

**Rezerva druhé fáze  $R_2$** 

$$R_2 = \left(1 - \frac{I_2}{K_2}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_2 = \left(1 - \frac{206}{241,5}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_2 = 14,7\%$$

**Rezerva třetí fáze  $R_3$** 

$$R_3 = \left(1 - \frac{I_3}{K_{3_1}}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_3 = \left(1 - \frac{92}{241,5}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_3 = 62\%$$

**Délka řadícího pruhu  $l$** 

$$\text{- podle [13]} \quad l = \frac{7,0}{3600} \cdot M \cdot (C_v - z_v) \quad [m] \quad (4.12)$$

**Délka řadícího pruhu první fáze  $l_1$** 

$$l_1 = \frac{7,0}{3600} \cdot M_1 \cdot (C_v - z_{v1})$$

$$l_1 = \frac{7,0}{3600} \cdot 934,5 \cdot (53 - 27)$$

$$l_1 = 47,3m$$

**Délka řadícího pruhu druhé fáze  $l_2$** 

$$l_2 = \frac{7,0}{3600} \cdot M_2 \cdot (C_v - z_{v2})$$

$$l_2 = \frac{7,0}{3600} \cdot 185,5 \cdot (53 - 8)$$

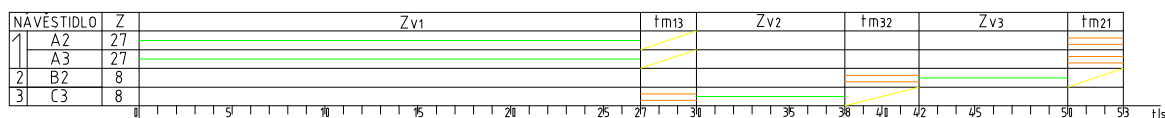
$$l_2 = 16,3m$$

**Délka řadícího pruhu třetí fáze  $l_3$** 

$$l_3 = \frac{7,0}{3600} \cdot M_3 \cdot (Cv - z_{v3})$$

$$l_3 = \frac{7,0}{3600} \cdot 111,5 \cdot (53 - 8)$$

$$l_3 = 9,8m$$



Obr. č. 4.5: Signální plán křižovatky Rudná - 17. listopadu bez ohledem na směr Rudná - Poruba

**4.1.2 Návrh světelného signalizačního zařízení s ohledem na všechny směry**

Budou uvedeny pouze změny oproti prvnímu návrhu.

**Výpočet vyklizovací doby pro najížděcí směr C1**

$$L_v = 79,1m$$

$$v_v = 9,7 m \cdot s^{-1}$$

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v}$$

$$t_v = \frac{79,1 + 5}{9,7}$$

$$t_v = 8,7s$$

**Vzorový výpočet najížděcí doby pro najížděcí směr C1**

$$L_n = 6,5m$$

$$v_n = 7,0 m \cdot s^{-1}$$

$$t_n = \frac{L_n}{v_n}$$

$$t_n = \frac{6,5}{7,0}$$

$$t_n = 1s$$

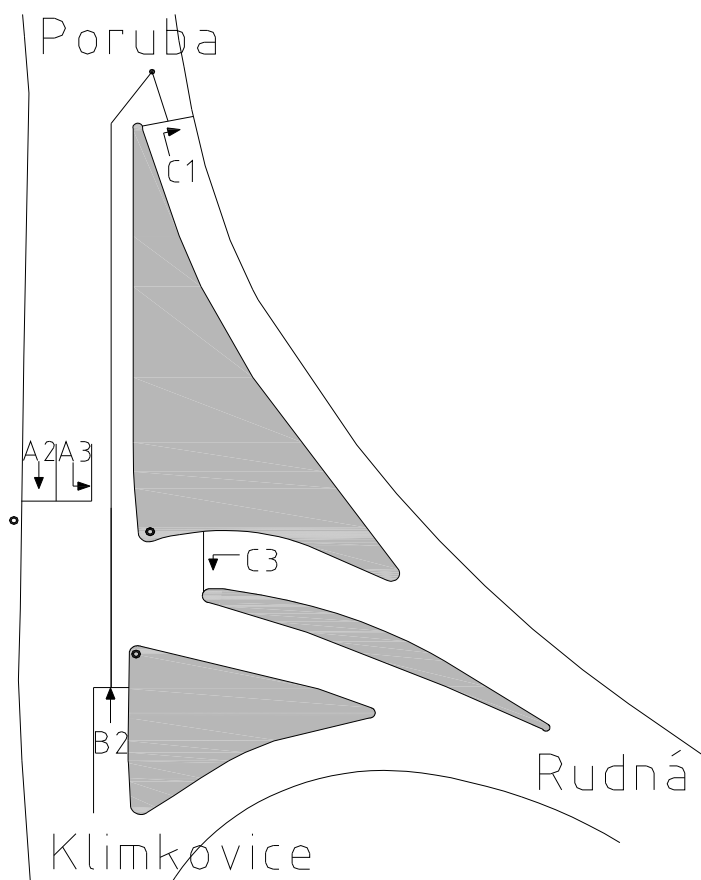
**Mezičas pro najížděcí směr C1**

$$t_m = t_v - t_n + t_b$$

$$t_m = 8,7 - 1 + 2$$

$$t_m = 9,7s$$

Výsledný mezičas musí být zaokrouhlen na nejbližší vyšší celé číslo, tedy  $t_{mskut} = 10s$ . Tabulka výpočtů pro najíždějící směr B2 je uvedena v příloze č. 34.



Obr. č. 4.6: Znáznornění kolizního bodu, najíždějící a vyklizovací dráhy pro najíždějící směr C1

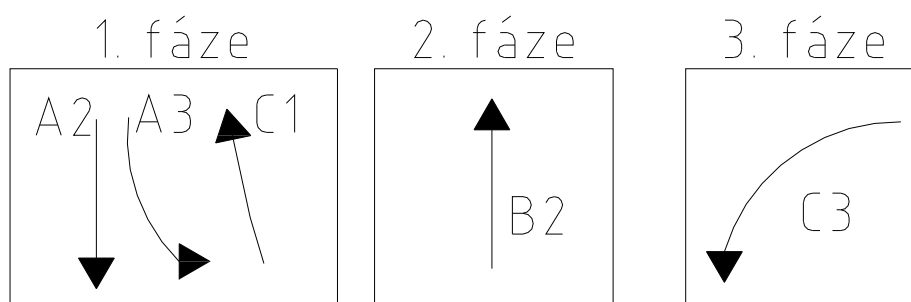
### Určení fází

#### Třífázové řízení

*Fáze 1* - z Poruby na Rudnou(A3) + z Poruby do Klimkovic(A2) + z Rudné do Poruby(C1)

*Fáze 2* - z Klimkovic do Poruby (B2)

*Fáze 3* - z Rudné do Klimkovic (C3)



Obr. č. 4.7: Druhy fází

### Vzorové určení mezičasů pro jednotlivé kombinace fází

Např. mezi první a druhou fází. Z první fáze vyklizují směry A2, A3 a C1. Z druhé fáze najíždí směr B2. Mezičas mezi směry B2 a A2 je  $t_m = 0s$ , mezičas mezi směry B2 a A3 je  $t_m = 4s$  a mezičas mezi směry B2 a C1 je  $t_m = 0s$ , protože tyto směry jsou od sebe natolik vzdáleny, že vyklizovací vozidla ze směru C1 neohrozí vozidla najíždějící ze směru B2. Rozhodující mezičas mezi první a druhou fází je tedy  $t_{m12} = 4s$ , tzn. ten největší. Rozhodující mezičasy pro ostatní kombinace fází jsou uvedeny v přílohách č. 36 - 38.

Tab. 4.3: Mezičas mezi první a druhou fází [s]

vyklizuje z 1. fáze	najíždí z 2. fáze
	B2
A2	0
A3	4
C1	0
$t_{m12}$	4

### Volba optimálního pořadí fází

Tab. 4.4: Optimální pořadí fází

Číslo kombinace	Pořadí fází	Součtový mezičas
1	1→2→3	$t_{m \min 1} = t_{m12} + t_{m23} + t_{m31} = 4 + 3 + 4 = 11s$
2	1→3→2	$t_{m \min 2} = t_{m13} + t_{m32} + t_{m21} = 3 + 4 + 10 = 17s$

Z vypočtených součtových mezičasů je brán ten nejmenší, tedy  $t_{m \min 1} = 11s$  a pořadí fází 1→2→3. Zde se pořadí mění z důvodu velkého mezičasu mezi fázemi 2 a 1. Proto, aby fáze 1 nenásledovala po fázi 2 je vybráno toto pořadí.

### Návrh signálního plánu metodou spotřeby času

#### Výpočtové fiktivní zatížení první fáze $M_I$

Rozhodující intenzitou této fáze by měla být podle tab. 4.5 intenzita ve směru C1 tedy  $851 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$ . Jelikož tento směr je veden ze svahu, výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný dopravní směr  $k$ , by výpočtové fiktivní zatížení první fáze  $M_I$  snížil na takovou hodnotu, že by nevyhověla rezerva pro směr A3. Proto zde bude rozhodující intenzita stejná jako v prvním případě ve směru A3, a to  $I_1 = 772 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$ .



Výpočtové fiktivní zatížení zůstanou tedy pro všechny fáze stejné jako v prvním případě a to  $M_1 = 934,5 j.v \cdot h^{-1}$ ,  $M_2 = 185,5 j.v \cdot h^{-1}$ ,  $M_3 = 111,5 j.v \cdot h^{-1}$ .

### Výpočtová délka cyklu $C_v$

$$S = 1600 j.v \cdot h^{-1}$$

$$C_v = \frac{t_{m \min 1}}{1 - \frac{\sum M}{S}}$$

$$C_v = \frac{11}{1 - \frac{1231,5}{1600}}$$

$$C_v = 48s$$

### Délka zelené první fáze $z_{v1}$

$$z_{v1} = \frac{C_v}{S} \cdot M_1$$

$$z_{v1} = \frac{48}{1600} \cdot 934,5$$

$$z_{v1} = 29s$$

### Délka zelené druhé fáze $z_{v2}$

$$z_{v2} = \frac{C_v}{S} \cdot M_2$$

$$z_{v2} = \frac{48}{1600} \cdot 185,5$$

$$z_{v2} = 6s$$

Opět je navýšena délka zelené druhé fáze na  $z_{v2} = 8s$ .

### Délka zelené třetí fáze $z_{v3}$

$$z_{v3} = \frac{C_v}{S} \cdot M_3$$

$$z_{v3} = \frac{48}{1600} \cdot 111,5$$

$$z_{v3} = 4s$$

Délka zelené třetí fáze je navýšena na  $z_{v3} = 8s$ .

Musí být vypočítána nová výpočtová délka cyklu  $C_v$ .

**Výpočtová délka cyklu  $C_v$** 

$$C_v = \sum t_{m \min 1} + z_{v1} + z_{v2} + z_{v3}$$

$$C_v = 11 + 29 + 8 + 8$$

$$C_v = 56s$$

**Kapacita vjezdu první fáze  $K_1$** 

$$K_1 = \frac{S}{C_v} \cdot z_{v1}$$

$$K_1 = \frac{1600}{56} \cdot 29$$

$$K_1 = 828,5 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu druhé fáze  $K_2$** 

$$K_2 = \frac{S}{C_v} \cdot z_{v2}$$

$$K_2 = \frac{1600}{56} \cdot 8$$

$$K_2 = 228,5 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu třetí fáze  $K_3$** 

$$K_3 = \frac{S}{C_v} \cdot z_{v3}$$

$$K_3 = \frac{1600}{56} \cdot 8$$

$$K_3 = 228,5 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

**Rezerva první fáze  $R_1$** 

$$R_1 = \left(1 - \frac{I_1}{K_1}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_1 = \left(1 - \frac{772}{828,5}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_1 = 6,8\%$$

**Rezerva druhé fáze  $R_2$** 

$$R_2 = \left(1 - \frac{I_2}{K_2}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_2 = \left(1 - \frac{206}{228,5}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_2 = 9,8\%$$

**Rezerva třetí fáze  $R_3$** 

$$R_3 = \left(1 - \frac{I_3}{K_3}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_3 = \left(1 - \frac{92}{228,5}\right) \cdot 100[\%]$$

$$R_3 = 59,7\%$$

**Délka řadícího pruhu první fáze  $l_1$** 

$$l_1 = \frac{7,0}{3600} \cdot M_1 \cdot (Cv - z_{v1})$$

$$l_1 = \frac{7,0}{3600} \cdot 934,5 \cdot (56 - 29)$$

$$l_1 = 49,1m$$

**Délka řadícího pruhu druhé fáze  $l_2$** 

$$l_2 = \frac{7,0}{3600} \cdot M_2 \cdot (Cv - z_{v2})$$

$$l_2 = \frac{7,0}{3600} \cdot 185,5 \cdot (56 - 8)$$

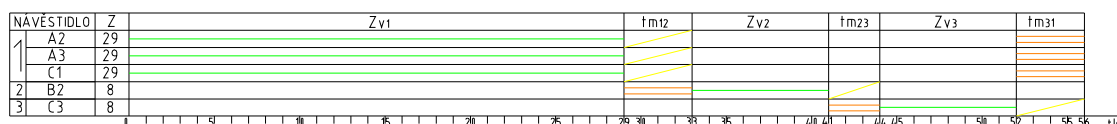
$$l_2 = 17,3m$$

**Délka řadícího pruhu třetí fáze  $l_3$** 

$$l_3 = \frac{7,0}{3600} \cdot M_3 \cdot (Cv - z_{v3})$$

$$l_3 = \frac{7,0}{3600} \cdot 111,5 \cdot (56 - 8)$$

$$l_3 = 10,4m$$



Obr. č. 4.8: Signální plán křižovatky Rudná - 17. listopadu s ohledem na směr Rudná - Poruba

## 4.2 Návrh okružní křižovatky

V následující části z důvodu snížení nehodovosti na křižovatce Rudná - 17. listopadu bude po SSZ z předchozí části navrhována okružní křižovatka.

**Okružní křižovatka** je druh úrovněvé křižovatky, která má okružní jízdní pás ve tvaru mezikruží, nebo ve tvaru jemu blízkém, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček od vjezdu ke zvolenému výjezdu.

*Miniokružní křižovatka* je ta, jejíž vnější průměr  $D \leq 23$  m, vždy se zpevněným středovým ostrovem.

*Okružní křižovatka* je ta, jejíž vnější průměr  $D > 23$  m a jeho rozměr je závislý na počtu připojených větví křižujících komunikací, které jsou napojeny na okružní jízdní pás a na způsobu připojení vjezdů (stykové připojení, připojovací pruh) i na místních možnostech připojení komunikací na okružní jízdní pás.

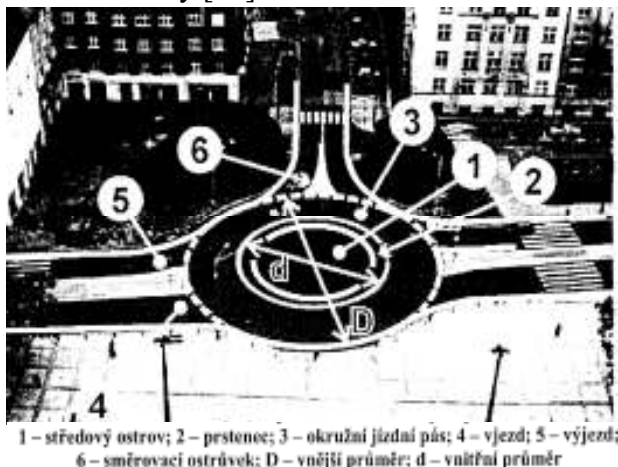
**Středový ostrov** je kruhová nebo kruhu blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček. Součástí středového ostrova je i prstenec, jímž se v některých případech lemuje okraj středového ostrova.

**Prstenec** je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u okružní křižovatky o vnějším průměru  $D < 50$  m. Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být ojediněle pojížděn zejména rozměrnými vozidly.

**Okružní jízdní pás křižovatky** je jízdní pás v šířce zpevnění vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně zpevněných krajnic).

**Vjezd** je jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružní jízdní pás křižovatky.

**Výjezd** je jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdního pásu křižovatky [10].



Obr. č. 4.9: Základní části a rozměry okružní křižovatky [12]

#### **Okružní křižovatky lze účelně použít zejména**

- je-li nutno zajistit pomalý průjezd okružní křižovatkou z důvodu bezpečnosti
- je-li třeba zajistit plynulý provoz na všech ramenech
- za účelem snížení závažnosti nebo počtu nehod [8]

#### **Návrh okružní křižovatky musí zajistit**

- jednosměrný pohyb vozidel na okružním páse křižovatky kolem středního ostrůvku
- dostatečný rozhled pro zastavení na všech vjezdech i na okružním páse křižovatky
- průjezd minimálně návrhových vozidel křižovatkou
- zamezení přímého průjezdu křižovatkou [8]

#### **4.2.1 Návrh okružní křižovatky s ohledem na všechny směry**

##### **Kapacitní výpočet vjezdu okružní křižovatky metodou podle Brilona a Stuweho**

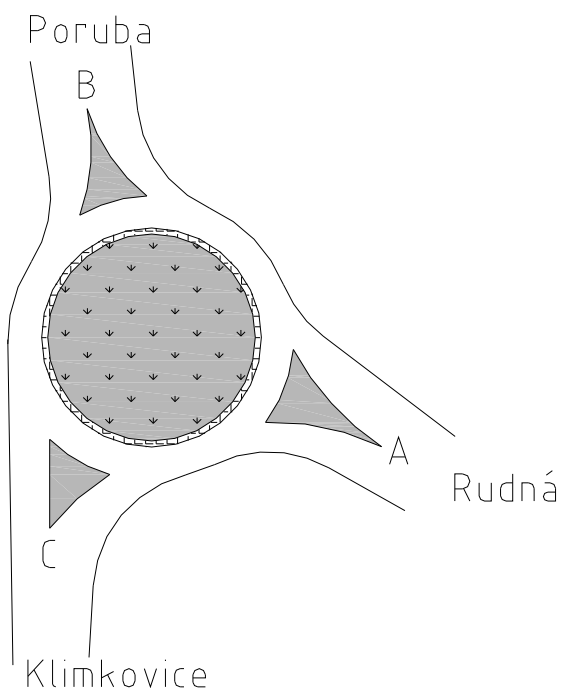
Pro výpočet je použito největších intenzit, kterých bylo pro daná ramena naměřeno (tab. 4.5). Křižovatka je navrhována s ohledem na všechny vjezdy.

Podle [10] se jedná o okružní křižovátku, její vnější průměr  $D > 23\text{m}$ .

Je počítáno pro přehlednost postupně pro jednotlivé směry (obr. 4.10). Nejdříve tedy pro směr A, následuje směr B a směr C.

Tab. 4.5: Největší intenzity vozidel, které byly naměřeny na křižovatce Rudná - 17. listopadu

Intenzita vozidel				
$[j \cdot v \cdot h^{-1}]$	do A	do B	do C	$\Sigma I$
z A	0	851	92	943
z B	772	0	286	1058
z C	86	206	0	292
$\Sigma$	858	1057	378	2293



Obr. č. 4.10: Náskres okružní křižovatky s označením směrů

### Intenzita dopravního proudu na okružním páse těsně před vjezdem pro rameno A $M_A$

**Dopravní proud** je pohyb vozidel (resp. chodců) za sebou nebo v pruzích vedle sebe v jednom směru [8].

Je počítána jako součet vozidel, které projedou (v tomto případě) kolem ramene A, tzn. vozidla jedoucí z ramene C do B, tedy CB, vozidla jedoucí z ramene C zpět do C, CC a vozidla jedoucí z ramene B zpět do B, BB (viz obr. 4.11, tab. 4.5).

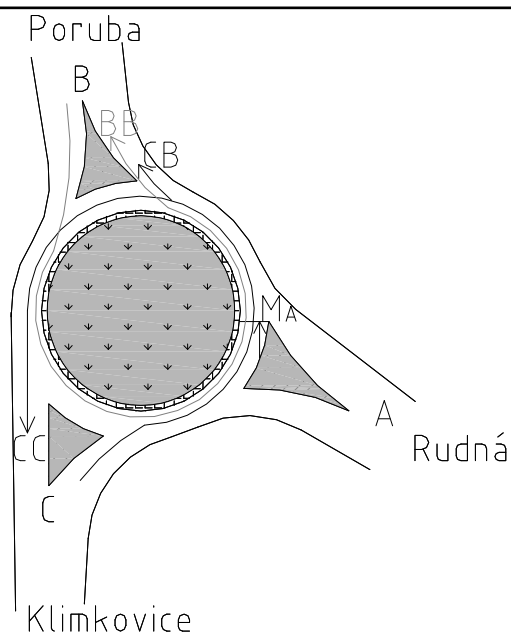
CB... intenzita vozidel, jedoucích z ramene C do B.

$$M_A = CB + CC + BB$$

Podle [8]  $M_A = 206 + 0 + 0$

$$M_A = 206 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

$$[j \cdot v \cdot h^{-1}] \quad (4.13)$$



Obr. č. 4.11: Určení intenzit dopravního proudu na okružním páse těsně před vjezdem podle Brilona a Stuweho

### Kapacita vjezdu ramene A $C_A$

Podle [8]

$A, B, \dots$  koeficienty stanovené regresní analýzou z měřených dat (viz tab. 4.6).

Je navrhován jeden vjezd a jeden okružní pás, tedy koeficienty  $A = 1089, B = 7,42$ .

$e \dots$  Eulerovo číslo (též označováno jako základ přirozených logaritmů),

$e = 2,71828\ 18284\ 59045\ 23536\ 02874\ 71352 \dots$  [14].

Tab. 4.6: Koeficienty  $A, B$  pro výpočet kapacity vjezdu na okružní křižovatce podle Brilona a Stuweho [8]

počet pruhů		koeficient	
vjezd	okruh	$A [-]$	$B [-]$
1	1	1089	7,42
1	2-3	1200	7,38
2	2	1553	6,69
2	3	2018	6,68

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{B \cdot M_A}{10000}\right)}$$

$$C_A = 1089 \cdot e^{\left(\frac{7,42 \cdot 206}{10000}\right)}$$

$$C_A = 934,5 j \cdot v \cdot h^{-1}$$

$$[j \cdot v \cdot h^{-1}]$$

$$(4.14)$$

**Intenzita vozidel ramene A  $I_A$** 

Je počítána jako součet vozidel, které vyjíždí (v tomto případě) z ramene A, tzn. vozidla jedoucí z ramene A zpět do A, tedy AA, vozidla jedoucí z ramene A do B, AB a vozidla jedoucí z ramene A do C, AC. Podle [8]

$$\begin{aligned}
 I_A &= AA + AB + AC \\
 I_A &= 0 + 851 + 92 \\
 I_A &= 943 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}
 \end{aligned}
 \quad [j.v. \cdot h^{-1}] \quad (4.15)$$

**Rezerva ramene A  $R_A$** 

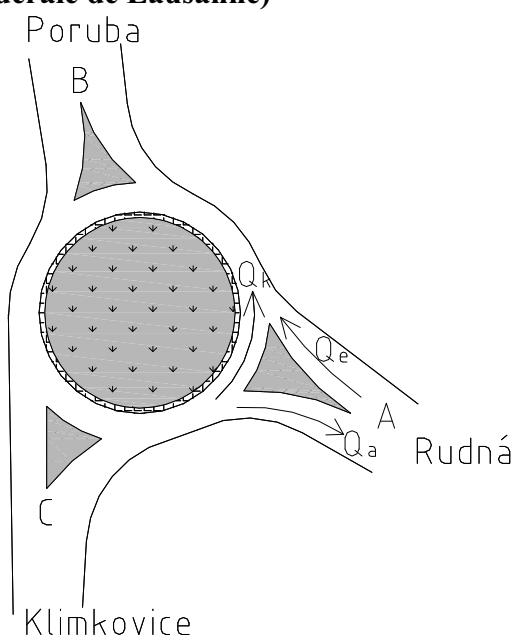
Podle [8]

$$\begin{aligned}
 R_A &= C_A - I_A \\
 R_A &= 934,5 - 943 \\
 R_A &= -8,5 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}
 \end{aligned}
 \quad [j.v. \cdot h^{-1}] \quad (4.16)$$

$$\begin{aligned}
 R_{A[\%]} &= \frac{R_A}{C_A} \cdot 100[\%] \\
 R_{A[\%]} &= \frac{-8,5}{934,5} \cdot 100[\%] \\
 R_{A[\%]} &= -0,91\%
 \end{aligned}
 \quad [\%] \quad (4.17)$$

Kapacitní výpočty pro rameno B a C jsou uvedeny v příloze č. 44

**Kapacitní výpočet vjezdu okružní křižovatky metodou EPFL**  
**(Exile Polytechniques Péderale de Lausanne)**



Obr. č. 4.12: Intenzity dopravních proudů okružní křižovatky



### Intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem ramene A $Q_{kA}$

Je totéž jako v předchozím výpočtu intenzita dopravního proudu na okružním páse těsně před vjezdem, podle [8]

$$\begin{aligned} Q_{kA} &= CB + CC + BB \\ Q_{kA} &= 206 + 0 + 0 \\ Q_{kA} &= 206 \text{ } [j.v \cdot h^{-1}] \end{aligned} \quad (4.18)$$

### Intenzita dopravního proudu na výjezdu ramene A $Q_{aA}$

Je počítána jako součet vozidel, které najíždí do ramene A, tzn. vozidla jedoucí ze směru A zpět do A, tedy AA, vozidla jedoucí ze směru B do A, BA a vozidla jedoucí ze směru C do A, CA (viz obr. 4.12). Podle [8]

$$\begin{aligned} Q_{aA} &= AA + BA + CA \\ Q_{aA} &= 0 + 772 + 86 \\ Q_{aA} &= 858 \text{ } [j.v \cdot h^{-1}] \end{aligned} \quad (4.19)$$

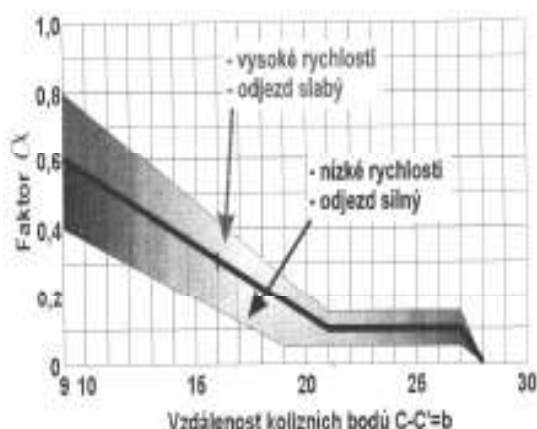
### Kapacita vjezdu ramene A $L_{eA}$

$\alpha_A$ ... faktor, zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti „b“ mezi dvěma kolizními body C a C'. Podle obr. 4.13 a vzdálenosti kolizních bodů zjištěnou změřením je  $\alpha_A = 0,1$ .

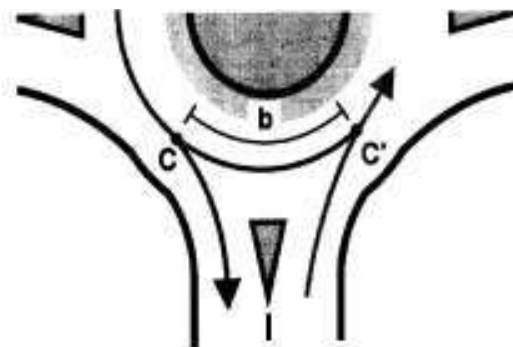
C... kolizní bod odbočný při výjezdu u okružní křižovatky (viz obr. 4.14).

C'... kolizní bod přípojný na vjezdu z okružní křižovatky (viz obr. 4.14).

b... vzdálenost mezi kolizními body CC' [8] (viz obr. 4.14).



Obr. č. 4.13: Graf pro zjištění faktoru  $\alpha$  [8]



Obr. č. 4.14: Vzdálenost b mezi dvěma kolizními body [8]

Podle [8]

$$\begin{aligned}
 L_{eA} &= 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_{kA} + \alpha_A \cdot Q_{aA}) \\
 L_{eA} &= 1500 - \frac{8}{9} \cdot (206 + 0,1 \cdot 858) & [j.v \cdot h^{-1}] & (4.20) \\
 L_{eA} &= 1240,5 j.v \cdot h^{-1}
 \end{aligned}$$

### Intenzita vozidel ramene A $Q_{eA}$

Podle [10]

$$\begin{aligned}
 Q_{eA} &= AA + AB + AC \\
 Q_{eA} &= 0 + 851 + 92 & [j.v \cdot h^{-1}] & (4.21) \\
 Q_{eA} &= 943 j.v \cdot h^{-1}
 \end{aligned}$$

### Rezerva ramene A $R_A$

Podle [10]

$$\begin{aligned}
 R_A &= L_{eA} - Q_{eA} \\
 R_A &= 1240,5 - 943 & [j.v \cdot h^{-1}] & (4.22) \\
 R_A &= 297,5 j.v \cdot h^{-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{A[\%]} &= \frac{R_A}{L_{eA}} \cdot 100[\%] \\
 R_{A[\%]} &= \frac{297,5}{1240,5} \cdot 100[\%] & [\%] & (4.23) \\
 R_{A[\%]} &= 24\%
 \end{aligned}$$

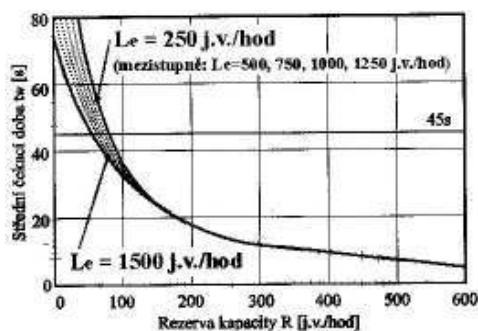
### Stupeň vytížení ramene A $ALG_{eA}$

Podle [10]

$$\begin{aligned}
 ALG_{eA} &= \frac{Q_{eA}}{L_{eA}} \cdot 100\% \\
 ALG_{eA} &= \frac{943}{1240,5} \cdot 100\% & [\%] & (4.24) \\
 ALG_{eA} &= 76\%
 \end{aligned}$$

**Čekací doba ramene A  $t_{wA}$** 

Podle obr. 4.15, podle  $R_A = 297,5 \text{ j.v.} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $L_{eA} = 1240,5 \text{ j.v.} \cdot \text{h}^{-1}$ , je  $t_{wA} = 14 \text{ s}$



Obr. č. 4.15: Graf pro čekací doby  $t_w$  [8]

**Délka čekací fronty ramene A  $L_A$** 

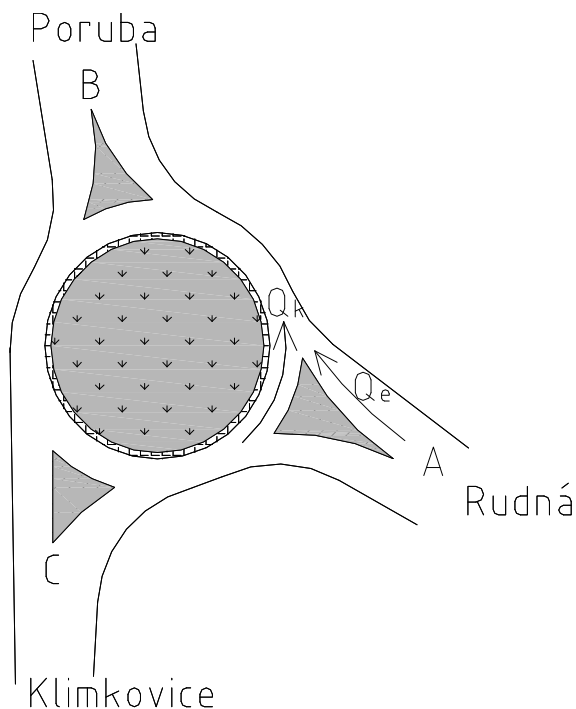
$L_{voz}$ ... délka vozidla. Je uvažováno pro jedno jednotkové vozidlo  $L_{voz} = 6 \text{ m}$ . Podle [10]

$$L_A = \frac{Q_{eA} \cdot t_{wA}}{3600} \cdot L_{voz}$$

$$L_A = \frac{943 \cdot 14}{3600} \cdot 6 \quad [m] \quad (4.25)$$

$$L_A = 18,9m$$

Kapacitní výpočty pro rameno B a C jsou uvedeny v příloze č. 44

**Kapacitní výpočet okružní křižovatky metodou VSS (Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute)**

Obr. č. 4.16: Intenzity dopravních proudů okružní křižovatky

**Intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem ramene A  $Q_{kA}$**

$$Q_{kA} = CB + CC + BB$$

$$Q_{kA} = 206 + 0 + 0$$

$$Q_{kA} = 206 \cdot j.v \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu ramene A  $L_{elA}$**

Podle [8]

$$L_{elA} = 1300 - 0,75 \cdot Q_{kA}$$

$$L_{elA} = 1300 - 0,75 \cdot 206 \quad [j.v \cdot h^{-1}] \quad (4.26)$$

$$L_{elA} = 1145,5 \cdot j.v \cdot h^{-1}$$

**Intenzita vozidel ramene A  $Q_{eA}$**

$$Q_{eA} = AA + AB + AC$$

$$Q_{eA} = 0 + 851 + 92$$

$$Q_{eA} = 943 \cdot j.v \cdot h^{-1}$$

**Rezerva ramene A  $R_A$**

Podle [8]

$$R_A = L_{elA} - Q_{eA}$$

$$R_A = 1145,5 - 943 \quad [j.v \cdot h^{-1}] \quad (4.27)$$

$$R_A = 202,5 \cdot j.v \cdot h^{-1}$$

$$R_{A[\%]} = \frac{R_A}{L_{elA}} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = \frac{202,5}{1145,5} \cdot 100[\%] \quad [\%] \quad (4.28)$$

$$R_{A[\%]} = 17,7\%$$

**Čekací doba ramene A  $t_{wA}$**

$$t_{wA} = \frac{2000 + 2 \cdot Q_{kA}}{L_{elA} - Q_{eA}}$$

Podle [8]  $t_{wA} = \frac{2000 + 2 \cdot 206}{1145,5 - 943} \quad [s] \quad (4.29)$

$$t_{wA} = 11,9s$$

Kapacitní výpočty pro rameno B a C jsou uvedeny v příloze č. 44

### Zhodnocení rezerv jednotlivých početních metod

Tab. 4.7: Zhodnocení rezerv jednotlivých početních metod pro návrh okružní křižovatky s ohledem na všechny vjezdy

Rezervy [%]			
rameno / metoda	Brilon a Stuwe	EPFL	VSS
A	-0,91	24	17,7
B	-4	20,1	14,1
C	52	62,6	59,5

U metody podle Brilona a Stuweho vyšly rezervy pro ramena A a B záporně tzn., že by tato okružní křižovatka nemusela kapacitně vyhovět a docházelo by k tvoření dopravních kongescí. Podle metody EPFL (nejpoužívanější metoda podle [10]) a metody VSS vyšly rezervy podobně. Bude tedy předpokládáno, že takto kapacitně navrhnutá okružní křižovatka vyhoví. Okružní křižovatka je znázorněna v příloze č. 18.

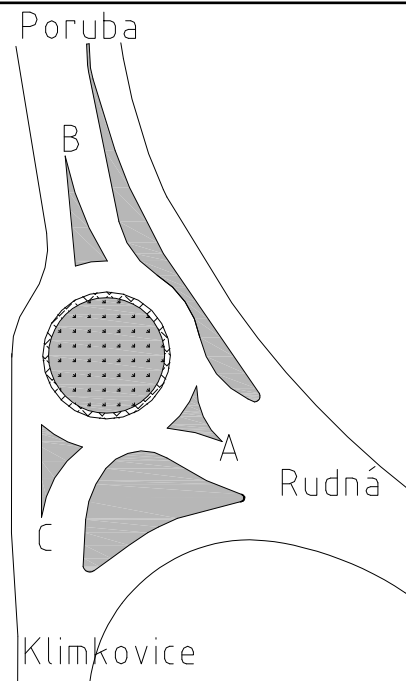
Přesto však bude navrhnutá ještě jedna okružní křižovatka, ve které se bude předpokládat, že směry z Rudné do Poruby a z Klimkovic na Rudnou zůstanou bez stavebních zásahů a tedy nebudou vozidla jedoucí těmito směry zasahovat do okružní křižovatky. Intenzita takto zvolené křižovatky je uvedena v tab. 4.8 a křižovatka je znázorněna na obr. 4.17. Velikostí se jedná opět o okružní křižovatku.

#### 4.2.2 Návrh okružní křižovatky bez ohledu na směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná

### Kapacitní výpočet okružní křižovatky metodou podle Brilona a Stuweho

Tab. 4.8: Intenzity vozidel pro návrh okružní křižovatky bez ohledu na směry Rudná – Poruba a Klimkovice - Rudná

Intenzita vozidel				
$[j.v \cdot h^{-1}]$	do A	do B	do C	$\Sigma I$
z A	0	0	92	92
z B	772	0	286	1058
z C	0	206	0	206
$\Sigma$	772	206	378	1356



Obr. č. 4.17: Náčrt okružní křižovatky s označením směrů

**Intenzita dopravního proudu na okružním páse těsně před vjezdem pro rameno A**

$M_A$

$$M_A = CB + CC + BB$$

$$M_A = 206 + 0 + 0$$

$$M_A = 206 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu ramene A  $C_A$**

I zde je navrhován jeden vjezd a jeden okružní pás, tedy koeficienty (tab. 4.6)

$$A = 1089, B = 7,42.$$

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{B \cdot M_A}{10000}\right)}$$

$$C_A = 1089 \cdot e^{\left(\frac{7,42 \cdot 206}{10000}\right)}$$

$$C_A = 934,5 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Intenzita vozidel ramene A  $I_A$**

$$I_A = AA + AB + AC$$

$$I_A = 0 + 0 + 92$$

$$I_A = 92 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Rezerva ramene A  $R_A$** 

$$R_A = C_A - I_A$$

$$R_A = 934,5 - 92$$

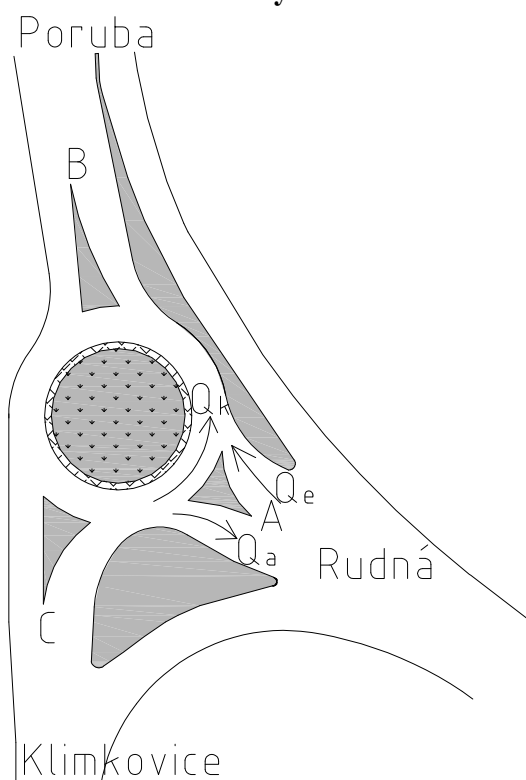
$$R_A = 842,5 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

$$R_{A[\%]} = \frac{R_A}{C_A} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = \frac{842,5}{934,5} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = 90,2\%$$

Kapacitní výpočty pro rameno B a C jsou uvedeny v příloze č. 45.

**Kapacitní výpočet okružní křižovatky metodou EPFL**

Obr. č. 4.18: Intenzity dopravních proudů okružní křižovatky

**Intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem ramene A  $Q_{kA}$**

$$Q_{kA} = CB + CC + BB$$

$$Q_{kA} = 206 + 0 + 0$$

$$Q_{kA} = 206 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Intenzita dopravního proudu na výjezdu ramene A  $Q_{aA}$** 

$$Q_{aA} = AA + BA + CA$$

$$Q_{aA} = 0 + 772 + 0$$

$$Q_{aA} = 772 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu ramene A  $L_{eA}$** 

$$\alpha_A = 0,3$$

$$L_{eA} = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_{kA} + \alpha_A \cdot Q_{aA})$$

$$L_{eA} = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (206 + 0,3 \cdot 772)$$

$$L_{eA} = 1111 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Intenzita vozidel ramene A  $Q_{eA}$** 

$$Q_{eA} = AA + AB + AC$$

$$Q_{eA} = 0 + 0 + 92$$

$$Q_{eA} = 92 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Rezerva ramene A  $R_A$** 

$$R_A = L_{eA} - Q_{eA}$$

$$R_A = 1111 - 92$$

$$R_A = 1019 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

$$R_{A[\%]} = \frac{R_A}{L_{eA}} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = \frac{1019}{1111} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = 91,7\%$$

**Stupeň vytížení ramene A  $ALG_{eA}$** 

$$ALG_{eA} = \frac{Q_{eA}}{L_{eA}} \cdot 100[\%]$$

$$ALG_{eA} = \frac{92}{1111} \cdot 100[\%]$$

$$ALG_{eA} = 8,3\%$$



**Čekací doba ramene A,  $t_{wA} = 1s$**

**Délka čekací fronty ramene A  $L_A$**

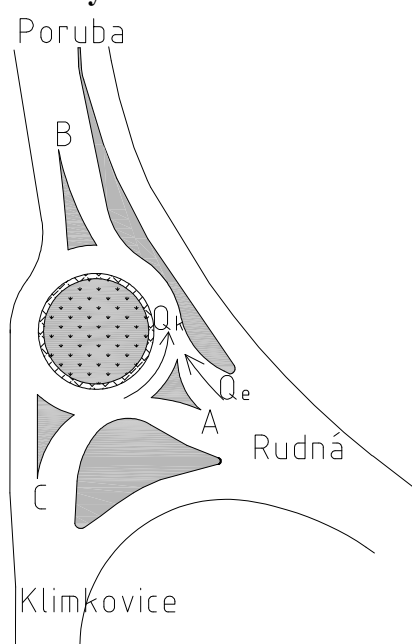
$$L_A = \frac{Q_{eA} \cdot t_{wA}}{3600} \cdot L_{voz}$$

$$L_A = \frac{92 \cdot 1}{3600} \cdot 6$$

$$L_A = 0,15m$$

Kapacitní výpočty pro rameno B a C jsou uvedeny v příloze č. 45.

**Kapacitní výpočet okružní křižovatky metodou VSS**



Obr. č. 4.19: Intenzity dopravních proudů okružní křižovatky

**Intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem ramene A  $Q_{kA}$**

$$Q_{kA} = CB + CC + BB$$

$$Q_{kA} = 206 + 0 + 0$$

$$Q_{kA} = 206 j.v. \cdot h^{-1}$$

**Kapacita vjezdu ramene A  $L_{elA}$**

$$L_{elA} = 1300 - 0,75 \cdot Q_{kA}$$

$$L_{elA} = 1300 - 075 \cdot 206$$

$$L_{elA} = 1145,5 j.v. \cdot h^{-1}$$

**Intenzita vozidel ramene A  $Q_{eA}$** 

$$Q_{eA} = AA + AB + AC$$

$$Q_{eA} = 0 + 0 + 92$$

$$Q_{eA} = 92 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

**Rezerva ramene A  $R_A$** 

$$R_A = L_{eIA} - Q_{eA}$$

$$R_A = 1145,5 - 92$$

$$R_A = 1053,5 \text{ j.v.} \cdot h^{-1}$$

$$R_{A[\%]} = \frac{R_A}{L_{eIA}} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = \frac{1053,5}{1145,5} \cdot 100[\%]$$

$$R_{A[\%]} = 92\%$$

**Čekací doba ramene A  $t_{wA}$** 

$$t_{wA} = \frac{2000 + 2 \cdot Q_{kA}}{L_{eIA} - Q_{eA}}$$

$$t_{wA} = \frac{2000 + 2 \cdot 206}{1145,5 - 92}$$

$$t_{wA} = 2,3s$$

Kapacitní výpočty pro rameno B a C jsou uvedeny v příloze č. 45.

**Zhodnocení rezerv jednotlivých početních metod**

Tab. 4.9: Zhodnocení rezerv jednotlivých početních metod pro návrh okružní křižovatky bez ohledu na směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná

rameno/metoda	Rezervy [%]		
	<i>Brilon a Stuwe</i>	<i>EPFL</i>	<i>VSS</i>
<i>A</i>	90,2	91,7	92
<i>B</i>	-4	21,9	14,1
<i>C</i>	66,4	71,8	71,4

U metody podle Brilona a Stuweho vyšla rezerva pro rameno B opět záporně. Podle metody EPFL a metody VSS vyšly rezervy pro rameno A a C nad 70%. Výsledky rezervy pro rameno B zůstaly téměř stejné.

Bude tedy předpokládáno, že takto kapacitně navrhnutá okružní křižovatka opět vyhoví. Z hlediska náročnosti na přestavbu a z hlediska rezerv je tato okružní křižovatka výhodnější. Bude ji však nutno doplnit o svislé dopravní značení ze směru Rudná - Poruba a to tak, že vozidla jedoucí tímto směrem mají přednost před vozidly jedoucími z Klimkovic do Poruby před nájezdem do křižovatky Vřesinská - 17. listopadu. Tzn. stejně jako je stávající stav. Okružní křižovatka je znázorněna v příloze č. 19.

## 5 Zhodnocení návrhu z hlediska bezpečnostního a ekonomického

V této části je uvedeno zhodnocení všech uvedených návrhů, tedy okružní křižovatky s ohledem na všechny směry, okružní křižovatky bez ohledu na směr Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná, SSZ s ohledem na všechny směry a SSZ bez ohledu na směr Rudná - Poruba z hlediska bezpečnostního a ekonomického.

Tab. 5.1: Ekonomické zhodnocení návrhu SSZ bez ohledu na směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná [15]

SSZ bez ohledu na směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná				
Dopravní značení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Svislé dopravní značení dodávka IP 19	3	ks	5 375	16 125
Montáž a demontáž svislého značení IP19	3	ks	600	1 800
<b>Cena celkem</b>				<b>17 925</b>
Světelné signalizační zařízení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Nosný materiál -stožáry,výložníky, návěstidla	1	celek	900 000	900 000
Montáže	1	celek	500 000	500 000
Zemní práce	1	celek	400 000	400 000
Koordinační kabel	200	m	550	110 000
Řadič světelné signalizace	1	celek	700 000	700 000
Rezerva	1	celek	700 000	700 000
<b>Cena celkem</b>				<b>3 310 000</b>
Položka celková				Cena [Kč]
Dopravní značení				17 925
Světelné signalizační zařízení				3 310 000
<b>Cena celkem</b>				<b>3 327 925</b>

V tomto návrhu nastává jeden problém. Není zde ošetřen kolizní bod vznikající mezi směry Klimkovice - Poruba a Rudná – Poruba. Musí být tedy při takto navrhnutém světelném signalizačním zařízení doplněno svislé dopravní značení, které je totožné se stávajícím a to - vozidla jedoucí z Klimkovic do Poruby mají povinnost dát přednost vozidlům jedoucím z Rudné do Poruby (viz příloha č. 41). Není proto tento návrh tolik vhodný z hlediska bezpečnosti. Ekonomicky je tento návrh nejméně nákladný ze všech uvedených návrhů na přestavbu. Jak ukazuje tab. 5.1 tento návrh je odhadován na 3 327 925Kč i s rezervou, kterou si podnik nechává.

Tab. 5.2: Ekonomické zhodnocení návrhu SSZ s ohledem na všechny směry [15]

SSZ s ohledem na všechny směry				
Dopravní značení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Vodorovné dopravní značení	2	m <sup>2</sup>	450	900
Svislé dopravní značení dodávka IP 19	3	ks	5 375	16 125
Montáž a demontáž svislého značení IP19	3	ks	600	1 800
<b>Cena celkem</b>				<b>18 825</b>
Světelné signalizační zařízení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Nosný materiál -stožáry,výložníky, návěstidla	1	celek	900 000	900 000
Montáže	1	celek	500 000	500 000
Zemní práce	1	celek	400 000	400 000
Koordinační kabel	200	m	550	110 000
Řadič světelné signalizace	1	celek	700 000	700 000
Rezerva	1	celek	700 000	700 000
<b>Cena celkem</b>				<b>3 310 000</b>
Položka celková				
				Cena [Kč]
Dopravní značení				18 825
Světelné signalizační zařízení				3 310 000
<b>Cena celkem</b>				<b>3 328 825</b>

Tento návrh SSZ zohledňuje i směr z Rudné do Poruby a jsou tedy zohledněny všechny možné kolizní body. Ekonomicky je tento návrh druhý nejméně nákladný ze všech uvedených návrhů 3 328 825Kč. Z hlediska bezpečnosti je také vhodný. I zde bude křižovatka doplněna dopravním značením a to z důvodu možné poruchy SSZ, příp. při malé intenzitě vozidel (např. v noci) by mohlo být zařízení mimo provoz. Dopravní značení tedy zůstane zachováno tak, jako je stávající stav: Hlavní pozemní komunikace vede z Poruby na Rudnou, vedlejší z Rudné do Klimkovic a vozidla jedoucí z Klimkovic do Poruby musí dát přednost všem vozidlům a dále také vozidlům jedoucím z Rudné do Poruby (viz příloha č. 40).

Tab. 5.3: Ekonomické zhodnocení návrhu okružní křižovatky s ohledem na všechny směry [15]

Okružní křižovatka s ohledem všechny směry				
Dopravní značení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Vodorovné dopravní značení	3	m <sup>2</sup>	450	1 350
Odstranění vodorovného značení	50	m <sup>2</sup>	180	9 000
Svislé dopravní značení dodávka IP 19	6	ks	5 375	32 250
Montáž a demontáž svislého značení IP19	16	ks	600	9 600
<b>Cena celkem</b>				<b>52 200</b>
Stavební úpravy				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Rekonstrukce vozovky	2621	m <sup>2</sup>	3 500	9 173 500
Vybudování chodníku - zámková dlažba	110	m <sup>2</sup>	600	66 000
Rezerva	1	ks	100 000	100 000
<b>Cena celkem</b>				<b>9 339 500</b>
Položka celková				
				Cena [Kč]
Dopravní značení				52 200
Stavební úpravy				9 339 500
<b>Cena celkem</b>				<b>9 391 700</b>

Tento návrh okružní křižovatky je vhodný z hlediska bezpečnosti. Je však nejnákladnější ze všech uvedených návrhů 9 391 700 Kč z důvodu značné stavební úpravy křižovatky a také má ještě jeden nedostatek. Křižovatka Rudná - 17. listopadu se nachází v blízkosti křižovatky 17. listopadu - Vřesinská. Při vysoké intenzitě vozidel by mohlo docházet ke kongescím mezi křižovatkami Rudná - 17. listopadu a 17. listopadu - Vřesinská, na této okružní křižovatce a dále také za hranicí okružní křižovatky.

Tab. 5.4 Ekonomické zhodnocení návrhu okružní křižovatky bez ohledu na směr Rudná - Poruba a Klimkovice – Rudná [15]

Okružní křižovatka bez ohledu na směr Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná				
Dopravní značení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Vodorovné dopravní značení	3	m <sup>2</sup>	450	1 350
Odstranění vodorovného značení	50	m <sup>2</sup>	180	9 000
Svislé dopravní značení dodávka IP 19	7	ks	5 375	37 625
Montáž a demontáž svislého značení IP19	15	ks	600	9 000
<b>Cena celkem</b>				<b>56 975</b>
Stavební úpravy				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky [Kč]	Cena [Kč]
Rekonstrukce vozovky	1333	m <sup>2</sup>	3 500	4 665 500
Vybudování chodníku - zámková dlažba	66	m <sup>2</sup>	600	39 600
Rezerva	1	ks	100 000	100 000
<b>Cena celkem</b>				<b>4 805 100</b>
Položka celková				
				Cena [Kč]
Dopravní značení				56 975
Stavební úpravy				4 805 100
<b>Cena celkem</b>				<b>4 862 075</b>

Tento návrh okružní křižovatky nezohledňuje směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná. Z hlediska ekonomického se jedná o druhý nejnákladnější návrh z důvodu velké přestavby 4 862 075Kč. Musí být doplněn svislým dopravním značením udávající přednost vozidlům jedoucím z Rudné do Poruby před vozidly jedoucími z Klimkovic do Poruby. Má však stejný nedostatek jako předchozí okružní křižovatka a to v blízkosti přítomnou křižovatku 17. listopadu - Vřesinská.

## 6 Závěr

Návrh úprav křižovatky Rudná - 17. listopadu má vést ke zvýšení plynulosti a především bezpečnosti provozu. Proto byly navrženy okružní křižovatky, což má za následek snížení počtu kolizních bodů, dosažení rovnoměrného a plynulého provozu a snížení rychlosti jízdy při průjezdu křižovatkou. Byly také navrženy SSZ, jejichž výhody jsou spatřovány zejména ve větší bezpečnosti a rovnoměrné čekací době.

V prvním návrhu okružní křižovatky byly zohledněny všechny směry. Tento návrh okružní křižovatky je vhodný z hlediska bezpečnosti. Je však nejnákladnější ze všech uvedených návrhů 9 391 700Kč z důvodu značné stavební úpravy křižovatky a také má ještě jeden nedostatek. Křižovatka Rudná - 17. listopadu se nachází v blízkosti křižovatky 17. listopadu - Vřesinská. Při vysoké intenzitě vozidel by mohlo docházet ke kongescím mezi křižovatkami Rudná - 17. listopadu a 17. listopadu - Vřesinská, na této okružní křižovatce a dále také za hranicí okružní křižovatky.

Druhý návrh okružní křižovatky nezohledňuje směry Rudná - Poruba a Klimkovice - Rudná. Jedná se o druhý nejnákladnější návrh ze všech uvedených 4 862 075Kč. Musí být doplněn svislým dopravním značením udávajícím přednost vozidlům jedoucím z Rudné do Poruby před vozidly jedoucími z Klimkovic do Poruby, tedy jako je stávající stav na křižovatce. Má také stejný nedostatek jako předchozí okružní křižovatka a to v blízkosti přítomnou křižovatkou 17. listopadu - Vřesinská. Kapacitně však vyhovuje lépe než okružní křižovatka zohledňující všechny směry, neboť do ní nezasahuje rameno směřující z Rudné do Poruby.

Byly navrženy také dvě varianty SSZ. V první nebyl zohledněn směr z Rudné do Poruby. Nebyl tedy ošetřen kolizní bod vznikající mezi směrem z Klimkovic do Poruby a z Rudné do Poruby, musí být tedy při takto navrhnutém světelném signalizačním zařízení doplněno svislé dopravní značení, které dává povinnost vozidlům jedoucím z Klimkovic do Poruby dát přednost v jízdě vozidlům jedoucím z Rudné do Poruby. Toto řešení vychází z hlediska ekonomického nejvýhodněji ze všech uvedených návrhů a to na 3 327 925Kč.

Druhé řešení zohledňuje směr z Rudné do Poruby a jsou tedy zohledněny všechny možné kolizní body, a proto je vhodný z hlediska bezpečnosti. Ekonomické náklady vychází na 3 328 825Kč. I zde bude křižovatka doplněna dopravním značením z důvodu



možné poruchy SSZ, příp. při malé intenzitě vozidel (např. v noci) by mohlo být zařízení mimo provoz. Dopravní značení zůstane zachováno stejně, jako je stávající stav: Hlavní pozemní komunikace vede z Poruby na Rudnou, vedlejší z Rudné do Klimkovic a vozidla jedoucí z Klimkovic do Poruby musí dát přednost jízdě všem vozidlům a dále také vozidlům jedoucím z Rudné do Poruby před nájezdem do křižovatky 17. listopadu – Vřesinská.

Obě navržené řízené křižovatky musí zohlednit křižovatku 17. listopadu - Vřesinská, která se nachází v blízkosti křižovatky Rudná - 17. listopadu. Zařízení bude navrženo tak, aby vozidla jedoucí z Poruby na Rudnou měla volno současně na křižovatce 17. listopadu - Vřesinská a Rudná - 17. listopadu, tzv. zelená vlna. Totéž platí pro směr z Rudné do Poruby. Zkoordinovat takto křižovatku je však nad rámec této práce.

Jako stěžejní a doporučený návrh na úpravu křižovatky Rudná - 17. listopadu, vedoucí ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu je brán návrh světelného signalizačního zařízení zohledňující všechny směry (návrh viz bod 4.1.2, příloha č. 40, tab. 5.2) ekonomicky odhadovaný na 3 328 825Kč.

## Seznam použité literatury

- [1] HOHN, Petr: *Osobní sdělení*. Ostravské komunikace a.s., Ostrava. [2008-10-23]
- [2] NAVRÁTILOVÁ, Margita: *Osobní sdělení*. Ostravské komunikace a.s., Ostrava. [2008-11-12]
- [3] LAŠTŮVKA, Miroslav: *Osobní sdělení*. Ostravské komunikace a.s., Ostrava. [2008-11-14]
- [4] NOVÁK, David: *Osobní sdělení*. Ředitelství silnic a dálnic ČR, Ostrava. [2008-11-18]
- [5] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.mapy.cz/>>
- [6] *Silnice I/11 Ostrava, prodloužená Rudná - hranice okresu Opava* [online]. Ředitelství silnic a dálnic ČR. [cit. 2008-11-20]. Dostupný z WWW: <[http://www.rsd.cz/catalog/Stavime-pro-vas/Prehled-staveb/pdf034/\\$file/s11-ostrava-rudna.pdf](http://www.rsd.cz/catalog/Stavime-pro-vas/Prehled-staveb/pdf034/$file/s11-ostrava-rudna.pdf)>
- [7] *Jízdní řády* [online]. Ministerstvo dopravy. [cit. 2008-12-04]. Dostupný z WWW: <<http://jizdnirady.idnes.cz/ostrava/spojeni/>>
- [8] FOLPRECHT, Jan; KŘIVDA, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1.
- [9] *Technické podmínky TP 81. Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu technické podmínky*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 1996
- [10] *Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. Ostrava: V - projekt, Ministerstvo dopravy České republiky, 2005
- [11] BŘEZINOVÁ, Magda: *Osobní sdělení*. Magistrát města Ostravy, Ostrava. [2008-11-24]
- [12] KŘIVDA, Vladislav. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1253-3.
- [13] KŘIVDA, Vladislav: *Osobní sdělení*. VŠB - TU, Ostrava. [2008-10-16]

- [14] *Eulerovo číslo* [online]. Wikipedie, internetová encyklopedie. [cit. 2009-04-02].  
Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Eulerovo\\_%C4%8D%C3%ADslo](http://cs.wikipedia.org/wiki/Eulerovo_%C4%8D%C3%ADslo)>
- [15] ŠÍMA, Ladislav: *Osobní sdělení*. Ostravské komunikace a.s., Ostrava.  
[2009-04-21]
- [16] *Technické podmínky TP 65. Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích (druhé vydání)*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2002
- [17] *Technické podmínky TP 133. Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích (druhé vydání)*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2005

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D. za příkladné vedení této bakalářské práce, čas a trpělivost. Ing. Marku Urbanovi za odborné konzultace a vstřícný přístup. Zaměstnancům Ostravských komunikací a.s., Ředitelství silnic a dálnic ČR, Magistrátu města Ostravy za poskytnuté materiály.